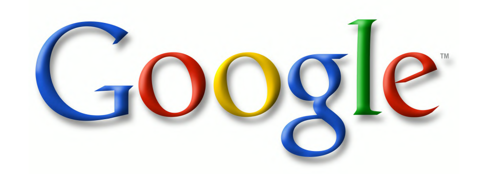
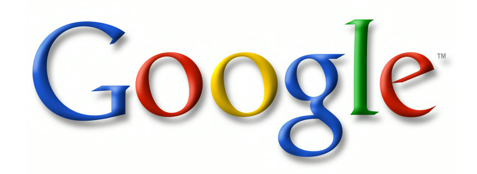
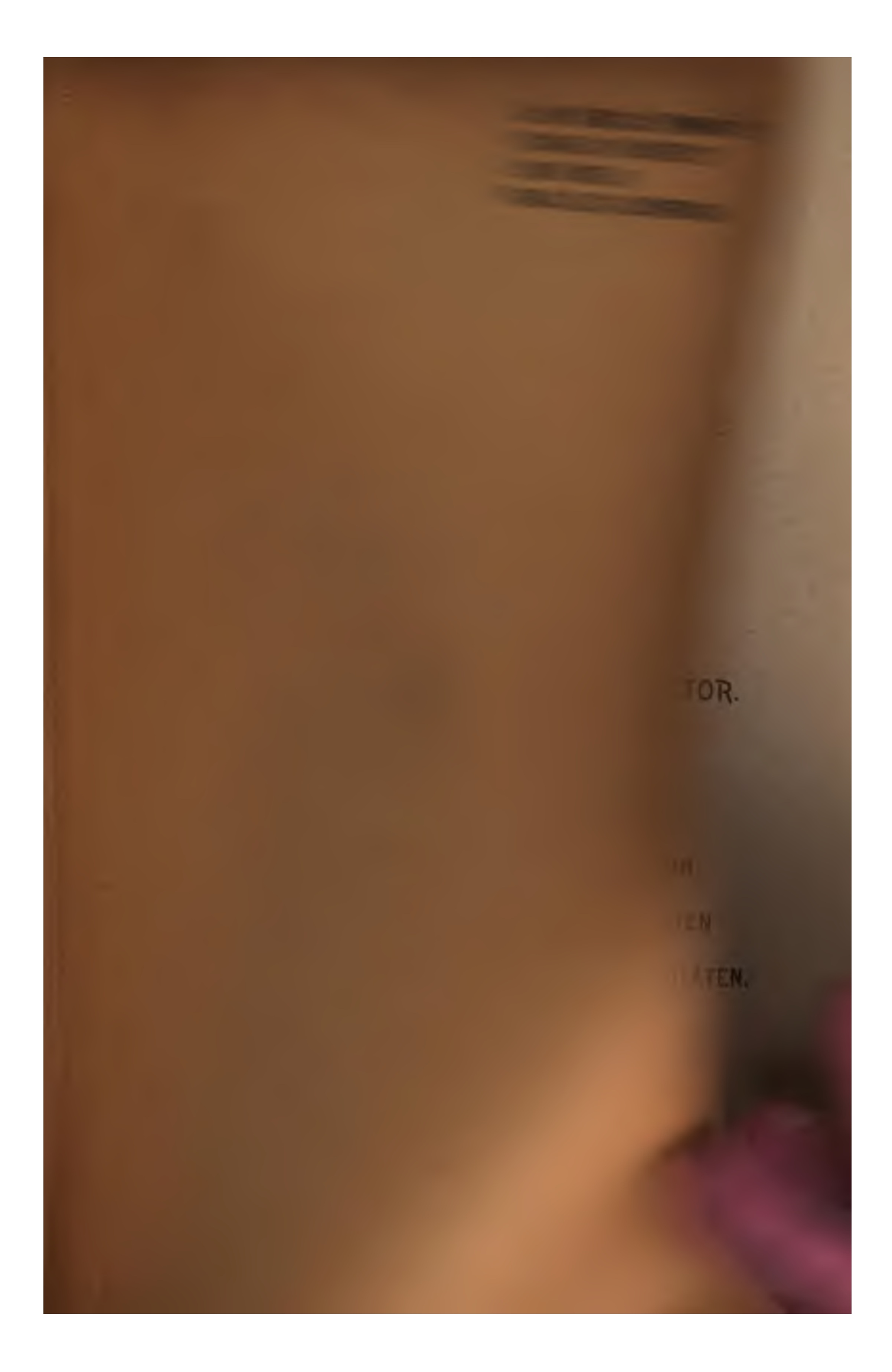





Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid


LANE
MEDICAL
LIBRARY
SEAL OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
SEMPER VIRENS
1885





Lehrbuch

der

klinischen Osmologie

als

funktionelle Pathologie und Therapie

Nebst ausführlicher Anweisung zur

Kryoskopischen Technik

von

H. einz **ZIKEL.**, 1875-

Einführung von Geh. Med.-Rath Prof. Dr. SENATOR.

Mit Abbildungen, zahlreichen Tabellen etc.

MIT ORIGINAL-BEITRÄGEN VON ERSTEN AUTORITÄTEN.



Berlin W., 1902.
FISCHER'S MEDIC. BUCHHANDLUNG H. KORNFELD.
H. B. Hofbuchhandlung.



Ernst von Leyden



Festschrift.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn

Geh. Med.-Rath Prof. Dr. Ernst von Leyden,

zur Feier seines 70. Geburtstages,

seines 50. Doktor- und 25. Professor-Jubiläums

in ehrfurchtsvoller Dankbarkeit gewidmet

vom

Verfasser.

Inhalts-Verzeichnis.

pag.
Widmung 0
Inhalts-Verzeichnis 0
Einführung. Von Geh. Med.-Rath Prof. Dr. **Senator** 0
Vorwort des Verfassers 0

Erster Abschnitt: **Allgemeiner Teil.**

I. Kapitel. **Klinische Bedeutung der Osmologie.** Von Prof. Dr. **Riess** 1
II. Kapitel. **Bisherige Praxis der Kryoskopie** . . . . 5—9
A. Experimentelle Fehlerquellen 5
B. Klinische Schwierigkeiten 8
III. Kapitel. **Anleitung zum osmologischen Experimente** . . . 9—14
A. Der Tierversuch 9
B. Die Untersuchung am Menschen 13
1. Entnahme des Blutes. Von Oberarzt Dr. **Strauss** 13
2. Harnentleerung 14
IV. Kapitel. **Osmologie** (Hofrath Prof. Dr. **v. Schrötter u. a.**) 14—20
A. Definition 14
B. Begründung der funktionellen Pathologie 16
C. Bestimmung und Mittel derselben 17
V. Kapitel. **Osmotischer Druck** . . . . 21—34
A. Wortbegriffe von Druck und Spannung 21
B. Methoden zur Messung der osmotischen Spannung . . . 27
C. Theorie der Osmose 28
VI. Kapitel. **Theorie der elektrolytischen Dissociation** . . . . 34—38
VII. Kapitel. **Dissociationsprozesse im Organismus** . . . . . . 38—41
A. Ihre experimentelle Bestätigung und 39
B. Wirksamkeit im Körper 40
VIII. Kapitel. **Osmotische Vorgänge im Organismus** . . . . . 41—48
A. Spezifische Membranstruktur nach Zikel 43
B. Intercellularsubstanz 45
C. Säurebildung im Körper 46
IX. Kapitel. **Osmologische Cellularpathologie** . . . . 48—74
A. Definition und Bestimmung 48
B. Zelle und Gewebe 49
C. Funktion und Fakultät 51
D. Cellulare Osmotherapie 61

E. Pathologische Membran-Strukturänderungen 56
F. Normale und krankhafte Nutrition der Gewebe. Die Gewebsströmung 59
G. Entzündung 60
H. Oedem und Hydrops 61
X. Kapitel. **Fortsetzung** . . . . 62—74
A. Erythrocyten 62
B. Leukocyten, Lymphocyten, Eiterkörperchen 63
C. Funktion der weissen Blutkörperchen 64
D. Pathologie und Osmotherapie der Eiterbildung und käsigen Metamorphose 64
E. Lymphe 65
F. Thrombose und Embolie, ihre osmologische Auffassung und Behandlung 68
G. Chronische Dyskrasieen 71
H. Nervenpathologie 72
I. Physikalische und chemische Vorgänge in der Zelle . 73
XI. Kapitel. **Die elektive Thätigkeit der Zelle und der osmotische Partialdruck** . . . . 74—79
A. Gesetz der osmotischen Partialdrucke 75
B. Resorption 77
C. Physikalischer Vorgang der cellularen Election . . . 77
XII. Kapitel. **Funktion** . . . . 80—96
A. Osmologische Definition des Wortbegriffes 80
B. Funktion der Erythrocyten 80
C. Pathologische Funktionsänderung 83
D. Blutserum-Funktion 85
E. Osmologie der Niere 87
F. Vicariation und funktionelle Anpassung 90
G. Vitale Zellthätigkeit 92
H. Nervenfunktion 94
I. Funktionsprüfung der Skelettmuskeln 95

Zweiter Abschnitt: **Spezieller Teil.**

XIII. Kapitel. **Einführung in die spezielle osmologische Pathologie** (Osmo-Pathologie) . . . . 96—101
1. Definition 96
2. Systematik der Krankheiten 98
3. Bestimmung 99
4. Experimentelle Untersuchungs-Methoden 100
XIV. Kapitel. **Die akuten Infektionskrankheiten** . . . . . . 102—115
A. Allgemeiner Teil . . . . 102—106
B. Spezielle Infektions-Pathologie . . . . 106—115
1. Typhus abdominalis 106
2. Typhus recurrens 108
3. Influenza 108
4. Malaria 108
5. Sepsis und Pyämie 109

6. Polyarthritis rheumatica 110
7. Miliartuberkulose 110
8. Pest 110
9. Cholera 110
10. Dysenterie 111
11. Diphtherie 111
12. Tetanus 112
13. Meningitis cerebro-spinalis epidemica 112
14. Erysipel 113
15. Scarlatina 113
16. Morbilli 113
17. Rubeola 114
18. Variola und Variolois 114
19. Varicella 114
20. Febris exanthemica 114
21. Arthrax 115
22. Malleus 115
23. Lyssa 115
24. Actinomycosis 115
25. Aphthenseuche 115

XV. Kapitel. **Die Krankheiten der Atmungsorgane** . . . . 116—132
A. Allgemeiner Teil 116
B. Cyanose und Dyspnoe 116

XVI. Kapitel. **Spezieller Teil** . . . . 124—132
1. Bronchitis 124
2. Bronchial-Asthma . . . . 124.
3. Pertussis 125
4. Bronchiektasie 125
5. Pneumonie 125
6. Lungen-Embolie und -Infarkt 126
7. Lungen-Abscess und Gangrän 127
8. Neophosmen der Lunge 127
9. Lungensyphilis 127
10. Stauungslunge 127
11. Oedem der Lunge 127
12. Emphysem der Lunge 127
13. Tuberkulose der Lunge 128
14. Pleuritis 129
15. Hydrothorax 130
16. Pneumothorax 131

XVII. Kapitel. **Die Krankheiten der Kreislaufsorgane** . . . . 132—154
A) Allgemeiner Teil 132
B) Muskelfunktions-Prüfung 133
C) Funktion des Herzens 137

XVIII. Kapitel. **Absolute und relative Arbeitsgrösse** 142

XIX. Kapitel. **Osmotherapie der Herzkrankheiten** 146

XX. Kapitel. **Spezielle Pathologie des Herzens** . . . . . . 150—154
1. Acute Endo- und Myocarditis 150

2. Endocarditis chronica und erworbene Klappenfehler . 151
3. Mitralinsufficienz 151
4. Mitralstenose 152
5. Aorteninsufficienz 152
6. Aortenstenose 153
7. Tricuspidalinsufficienz 153
8. Vitia cordis congenita 153
9. Cor adiposum 153
10. Myocarditis chronica 153
11. Die acute und chronische Pericarditis 153
12. Herzrupturen 154
13. Arteriosclerosis 154
14. Aortenaneurysma 154
15. Paroxysmale Tachycardie 154

Krankheiten des Verdauungstractus . . . . 154—157

XXI. Kapitel. **Die Krankheiten der Harnorgane** . . . . . 157—185

A) Allgemeiner Teil . . . . 157—158
B) Nierenfunktion . . . . 158—159
C) Albuminurie . . . . 160—161
D) Haematurie und Haemoglobinurie 161
E) Spezielle Urologie 162
1. Bright'sche Krankheit 162
2. Complicationen von Nierenkrankheiten 162
3. Urämie . . . . 162—166
4. Ren mobilis 166
5. Stauungsniere 167
6. Hämorrhagischer Infarkt 167
7. Akute Nephritis 167
8. Akute hämorrhagische Nephritis 168
9. Schwangerschafts-Nephritis 168
10. Chronische parenchymatöse Nephritis 168
11. Chronische interstitielle Nephritis 170
12. Amyloidniere 173
13. Maligne Nierentumoren 173
14. Urethritis 173
15. Cystenniere 174
16. Nierensyphilis 174
17. Pyonephrosis und Nierenabscess 174
18. Pyelitis und Pyelonephritis 174
19. Eitrige Paranephritis 176
20. Nierentuberkulose 176
21. Tuberkulose in Harnblase, Nierenbecken und Ureter 177
22. Urogenitaltuberkulose 177
23. Hydronephrose 177
24. Reine Form der Pyonephrosis 178
25. Nephrolithiasis 178
26. Nephralgia 179
27. Cystitis 180

Schlussbetrachtung 181
Technik des Harnleiterkatheterismus. Von Privatdozent Dr. Casper . . . . 181—185
Krankheiten des Nervensystems 185
XXII. Kapitel. **Die Krankheiten des Blutes** . . . . 186—205
A. Allgemeiner Teil . . . . 186—199
α) Morphologie der Blutbestandteile 186
β) Physik des Blutes 194
γ) Chemie des Blutes 195
B. Osmotherapie der Blutkrankheiten . . . . 199—200
XXIII. Kapitel. **Spezielle Osmopathologie des Blutes** . . . . 201—205
1. Anämie 201
2. Chlorosis 203
3. Leukämie 203
4. Pseudoleukämie 204
5. Hämorrhagische Diathese 204
6. Purpura 204
7. Skorbut 204
8. Milzerkrankungen 205
XXIV. Kapitel. **Die Stoffwechselkrankheiten** . . . . 205—217
A. Allgemeiner Teil . . . . 205—205
B. Spezielle Stoffwechsel-Pathologie . . . . 206—209
1. Diabetes mellitus (Zuckerkurven) 206
2. Diabetes insipidus 207
3. Arthritis urica 207
4. Adipositas 208
XXV. Kapitel. **Kryoskopische Technik** . . . . 217—265
A. Zusammenstellung des Apparates 217
B. Der kryoskopische Vorversuch 223
XXVI. Kapitel. **Wissenschaftliche Begründung des Pektoskopes** 225—265
I. **Der Rührmechanismus** 225
1. Rührgeschwindigkeit 225
2. Rührhöhe 227
XXVII. Kapitel. II. **Das Untersuchungsglas** 239
III. **Das Innenthermometer** 243
IV. **Theorie der Calorieen** 247
XXVIII. Kapitel. V. **Luftmantel und Gefrierbeschleunigung des Pektoskopes** 253
VI. **Kryoskopische Blutuntersuchungen** 257

Dritter Abschnitt: **Theoretische Osmologie.**

XXIX. Kapitel. **Osmologische Stöchiometrie und Terminologie** 265—375
Einführung 265
Osmologische Bedeutung des Quotienten f 267
XXX. Kapitel. 1. Diffusionsgeschwindigkeit 273
2. Absorptionscoefficient 279
3. Lösung 283

4. Kryoskopie der Lösungen 285
5. Verdünnte Lösungen 287
6. Gefrierpunktserniedrigung 288
XXXI. Kapitel. 1. Molekulare und spezifische Gefrierpunkte 298
2. Molekel 290
3. Molekularaustausch 290
4. Chlornatriumgehalt des Blutes 291
5. Molekulare Diurese 291
6. Osmologische Wirkung der Muskelarbeit 291
7. Die Symbole n und y 292
8. Diurese 292
9. Nierenthätigkeit 293
10. Sufficienz und Insufficienz 293
11. Diluationsfähigkeit 295
12. Konzentration 295
XXXII. Kapitel. 1. Molekulare Konzentration 298
2. Secretion der Nieren 299
3. A. v. Korányis Methode der Chlornatrium-Bestimmung . . 300
4. Wert der Kryoskopie 300
5. Künstliche Kältemischungen 301
6. Spezifisches Gewicht 303
XXXIII. Kapitel. 1. Osmologische Elektrotherapie und die Organ-Elektrode 310
2. Elektrochemische Therapie 316
3. Elektrothermie 317
4. Interpolations-Methode 319
5. Stufenweise Dissociation 323
6. Hydrolytische Dissociation 324
7. Apparat von Kohlrausch 325
8. Die Symbole K, k und $\varkappa$ 325
9. Schmelzwärme 325
10. Aequimolekulare Lösungen 327
11. Kochsalz-Aequivalent 327
12. Achloride 328
13. Arterielles Blut 329
14. Der Quotient $\frac{a}{\varphi}$ 329
15. Der Quotient $\frac{a}{\eta}$ 329
XXXIV. Kapitel. 1. Der Uretherenkatherismus 330
2. Die Phloridzin-Methode zur Feststellung der Nierenfunktion. Von Assistenzarzt Dr. Richter. 334
3. Stickstoff-Ausscheidung der Nieren 334
4. Chlor-Ausscheidung der Nieren 235
5. Mengen fester Moleküle im Harn 336
6. Diagnostische Verwertbarkeit der Nieren-Ausscheidung künstlich eingeführter Substanzen 337
7. Spezifisches Volumen 338

8. Histogene Immunität 339
9. Spezifische Struktur 339
10. Die molekulare Diurese und Eiweissabscheidung 342
XXXV. Kapitel. 1. Praktische Fragen aus der Absorptionslehre . . 343
2. Blagdens Gesetz 344
3. Spezifischer Dissociationscoefficient 347
4. Säuren- und Stickstoff-Abscheidung im Harn 347
5. Bowman-Heidenhainsche Theorie 347
6. Beckmann-Apparat 348
7. Coppets Gesetz 348
8. Überschmelzung 348
9. Tubuli contorti 349
10. Der Normalharn 349
11. Tagesschwankungen des menschlichen Harns 351
12. Stickstoffgehalt der Achloride 353
13. Naunyn's Zuckertabelle 353
14. Sauerstoffspannung 354
15. Harnreaktion 356
16. Spezifische Reduktionserscheinungen der Organgewebe . . 356
17. Relativer Kochsalzgehalt 357
18. Hämoglobin 357
19. Pulsaufzeichnungen 357
20. Eiweisskörper im Harn 358
XXXVI. Kapitel. 1. Die Plasmolyse Pringsheim 358
2. Sauerstoff-Therapie 360
3. Osmotische Arbeitsleistung normaler Nieren 362
4. Molekulare Konzentration des Speichels, des Schweisses und der Faeces 362
5. Kapillarität 363
6. Osmotische Spannkraft des Blutserums 366
7. Die Osmose 368
8. Häsers Coefficient 373
9. Krystalloide und Colloide 373
10. Grahams Gasröhren-Versuch 374
11. Endosmotisches Aequivalent nach Jolly 375
12. Therapeutische Diagnostik 375
Schlusswort von Prof. Dr. **Alexander von Korányi** 376
Litteraturverzeichnis.
Alphabetisches Autoren- und Sach-Register.

Einführung

Von Geh.-Med.-Rath Prof. Dr. H. Senator
Direktor der III. med. Klinik der königl. Charité zu Berlin.

Die Medizin verdankt ihre grössten Fortschritte der Einführung der naturwissenschaftlichen Methoden in die Untersuchung der Lebensvorgänge des gesunden und kranken Organismus. Mit Hülfe dieser Methoden wurde an Stelle unklarer Vorstellungen von geheimnisvollen Kräften die Erkenntnis gewonnen, dass die Leistungen des lebenden Körpers nach denselben physikalischen und chemischen Gesetzen erfolgen, die überall in der Natur herrschen; mit Hülfe eben derselben Methoden gelang es, Einblicke in das Innere des Körpers zu thun, das bis dahin der sinnlichen Wahrnehmung unerreichbar gewesen war, und die Diagnostik in vorher ungeahnter Weise zu erweitern.

Es waren zuerst die auf rein physikalischen Methoden sich gründende Perkussion und Auskultation, durch welche ein ganz neues Gebiet der Untersuchung erschlossen wurde, — ein Gebiet so ausserordentlich fruchtbar, so ergiebig an Erfolgen nach den verschiedensten Richtungen hin, dass man sich gewöhnt hat, unter »physikalischen Untersuchungsmethoden« überhaupt nur Perkussion und Auskultation zu verstehen. Aber wir sind doch in den Besitz noch anderer physikalischer Untersuchungsmethoden von hervorragender Bedeutung gelangt, wie z. B. die Thermometrie und die Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen, von anderen nicht minder wichtigen, mehr spezialistischen Methoden, wie der Augenspiegelung u. a. m. zu schweigen. Nicht minder wichtig sind die der Chemie, der Färbetechnik entliehenen Methoden, denen wir so bedeutungsvolle Aufschlüsse über biologische Vorgänge im gesunden und kranken Körper verdanken.

Allen diesen Methoden hat sich in den letzten Jahren eine neue, dem Grenzgebiete der Physik und Chemie an-

gehörende, Untersuchungsmethodik hinzugesellt, welche die osmotischen Druckverhältnisse im Organismus zum Gegenstand hat.

Die Lehre von der Osmose und ihrer Bedeutung für den tierischen Körper ist keineswegs neu; in der Physiologie wird sie seit langem abgehandelt, und auch die Pharmakologie ist seit langer Zeit gewohnt, **die Wirkungen mancher Arzneimittel auf osmotische Veränderungen zurückzuführen,** aber neu ist die Anwendung dieser Lehre auf die Pathologie und ihre Einführung in das Rüstzeug der Klinik: die Schaffung einer **klinischen Osmologie.**

In den wenigen Jahren, seitdem man in der Klinik angefangen hat, die osmotischen Verhältnisse im Organismus durch Untersuchung der molekularen Konzentration nach dem Vorgange A. v. Korányi's zu erforschen, ist man schon zu recht bemerkenswerten, auch **praktisch verwertbaren Ergebnissen** gekommen, und es scheint, dass auf diesem Wege noch weitere neue Einblicke in die **Funktionen des Körpers im gesunden und kranken Zustande,** in den Gesammtstoffwechsel, in die Drüsenthätigkeit und die Zusammensetzung der Gewebsflüssigkeiten, der Se- und Exkrete, gewonnen werden können. Aber dazu wird es noch vieler Arbeit und des Zusammenwirkens von vielen verschiedenen Seiten bedürfen.

Deshalb sehe ich in dem hier vorliegenden, gerade zur rechten Zeit erscheinenden Werke, in welchem die Lehre von der Osmose nach allen Richtungen hin besprochen, ihre wissenschaftlichen Grundlagen, die Untersuchungsmethoden, die bisher gewonnenen Kenntnisse für den Gebrauch der Mediziner ausführlich dargelegt werden, ein sehr verdienstvolles Unternehmen, welches ohne Zweifel die Kenntnis dieser Lehre in weite Kreise tragen und dem Gebiete der klinischen Osmologie, wie zu wünschen ist, zahlreiche Mitarbeiter zuführen wird.

Da dieses Werk den klinischen Arbeiten und Interessen förderlich sein soll, ist es ein glücklicher Gedanke des Verfassers, es einem unserer ersten und führenden Kliniker, Ernst von Leyden, als Jubiläumsgabe zu widmen, als günstiges Omen für die Entwickelung der jungen Lehre!

Berlin, im April 1902.

H. Senator.

Vorwort.

Als ich im Frühjahr 1901 daran ging, der durch den verehrten Altmeister unserer Disziplin v. Korányi, so fruchtbar bereicherten und gestützten funktionellen Pathologie, das Fundament einer allgemeinen und speziellen klinischen Osmologie zu schaffen, konnte ich kaum vermuten, welch ein vielseitiges Interesse der hervorragendsten Vertreter unserer wissenschaftlichen Medizin und der verwandten Naturwissenschaften meine Arbeit finden würde. Ich glaube gerade deshalb an dieser ersten Stelle meinen geschätzten Vorbildern, Lehrern und Freunden gegenüber die Pflicht der Dankbarkeit erfüllen zu müssen, da ich durch ihre fleissige Mitarbeit, ihre Belehrungen und Anregungen eine grosse Reihe der Thatsachen mitzuteilen vermochte, die in dieser Schrift zum ersten Male veröffentlicht werden.

Mein aufrichtigster Dank gebührt Herrn Prof. Alexander v. Korányi, der mir in einem 12 Seiten umfassenden, ausführlichen Berichte eine Kritik meiner Untersuchungen mitteilte und diesen Erörterungen eine so hohe Bedeutung beimass, der er sie selbst als Fortsetzung seiner, in der Zeitschrift für klinische Medizin, Berlin 1897 Bd. 33 u. 34, Heft 1 u. 2, gegebenen, grundlegenden Untersuchungen bezeichnete. Wegen ihrer Wichtigkeit habe ich in der vorliegenden Schrift die allgemein interessierenden Stellen dieses Berichtes veröffentlicht.

In gleicher Weise möchte ich in Dankbarkeit den wertvollen Beistand der Herren Geh.-Rath Prof. v. Leyden, Geh.-Rath Prof. Senator, Prof. v. Korányi, Prof. Riess, Prof. Böttger, Oberarzt Dr. Michaelis, Oberarzt Dr. Strauss, Oberarzt Dr. Blumenthal, Privatdozent Dr. Casper, Assistenzarzt Dr. Richter, Dr. Kowarski, Dr. Rogovin, und aller der Herren, die ich an dieser Stelle nicht einzeln zu nennen vermag, und die ich in den betreffenden Kapiteln angeführt habe, gewürdigt wissen, die mit Rat oder That eine exakte Grundlage unserer Darlegungen geschaffen haben. —

Das vorliegende Werk beansprucht nicht die idealen Vorzüge einer absoluten Unfehlbarkeit, da vieles in unserer jungen Wissenschaft noch nicht präzis abgegrenzt, manche Annahme noch unbewiesen ist. Aber der Zweck eines Lehrbuches

geht nach meiner Auffassung weiter, als dass es nur das exakt Festgelegte, das mathematisch Bewiesene darzustellen habe. Vieles ist im majestätischen Lehrgebäude unserer Medizin mit nahezu mathematischer Sicherheit bewiesen und dennoch später widerlegt worden, vieles allgemein anerkannt und nichts destoweniger wieder gestürzt worden. Darum möge ein Lehrbuch als nichts anderes aufgefasst werden, als ein Abbild des derzeitigen Standes einer Wissenschaft zu sein, mit allen ihren bewiesenen und aus praktischen Erwägungen heraus theoretisch angenommenen Thatsachen, mit allen allgemein anerkannten Vorschlägen und Erörterungen, vornehmlich aber mit allen ihren Ausblicken auf eine zukünftige Entwickelung. Der Praktiker will Belehrung über die anerkannten Thatsachen aus einem Lehrbuche schöpfen, dem Theoretiker aber soll es Anregung und Anhaltspunkte geben, wo er seine Mitarbeit für den Ausbau der Wissenschaft am fruchtbarsten ansetzen kann. Freilich muss ein Lehrbuch in richtiger Würdigung seines Hauptzweckes das experimentell oder rechnerisch Gesicherte in den Vordergrund stellen, und die wahrscheinlichen oder nach dem bisher Bekannten wohl als möglich denkbaren Erwägungen als solche charakterisieren.

Die aufstrebenden Pfeiler der jungen pathologischen Osmologie vermögen naturgemäss noch nicht ihre Bestimmung in gleicher Weise zu erfüllen, wie der von unserem grossen Virchow begründete majestätische Riesenbau der pathologischen Anatomie. Aber gerade deshalb, weil die anatomische Pathologie unendlich viel für die wichtige Diagnostik, aber relativ wenig für die der Menschheit doch ungleich wertvollere Therapie zu leisten vermag, während die Osmologie zweifellos mit der Diagnose zugleich die angehörige Therapie aufzufinden lehren wird, da wir niemals die Strukturänderung einer Zelle, sehr wohl aber die osmotische Druckänderung, die sie begleitet, zu ändern imstande sein werden, glaube ich, dass es Zeit ist, durch ein zusammenfassendes Lehrbuch der Osmologie dem Forscher und Arzte eine möglichst vollständige Instruktion zum Zwecke seiner Mitarbeit an dieser aussichtsvollsten unserer ärztlichen Disziplinen zu geben.

Eine ausführliche Erörterung der Technik des Pektoskopes habe ich dem Lehrbuche anschliessen müssen, weil man ihm allein die Fähigkeit zusprechen muss, frei von Fehlern zu arbeiten und ausnahmslos zuverlässige und exakte Resultate zu ergeben. Über die, den praktischen Arzt interessierenden, diagnostischen Anhalts-

punkte gestattet das im Anhange beigefügte, ausführliche Sachregister eine rasche Orientierung.

Von Wichtigkeit ist die Bedeutung, welche ich dem Begriffe »Osmologie« zugesprochen habe. Die wörtliche Übersetzung von Osmologie ist Osmoselehre d. h. die Lehre von den osmotischen Prozessen im menschlichen und tierischen Organismus. Die veraltete Bedeutung des Wortes Osmologie als »Lehre vom Geruchssinn« ist längst aufgegeben und diese letztere physiologische Disziplin nach dem Vorgange von Hagen als »Osphresiologie« resp. »Osmiatrie« bezeichnet worden, weshalb wir berechtigt erscheinen, den Namen Osmologie voll und ganz von seinem alten Begriffe loszutrennen und ihn für unsere Wissenschaft in Anspruch zu nehmen. Übrigens entbehrt die Osphresiologie nicht einer sehr nahen Verwandtschaft zur modernen Osmologie und ist ihr als Teildisziplin unterzuordnen. —

Dem Zwecke einer umfassenden und sicheren methodischen Entwickelung unseres Lehrbuches, dem die Bestimmung zuerkannt ist, die litterarischen Erscheinungen auf dem Gesammtgebiete der Osmologie zu würdigen und darzustellen, war die Sendung der neuesten osmologischen Arbeiten, die mir von Seiten der führenden deutschen und ausländischen Kliniker allseitig zugingen, ausserordentlich dienlich. Dadurch wird uns das Studium der von Seiten der Herren Professoren, Privatdozenten und praktischen Ärzte eingehenden Mitteilungen, Erfahrungen, widerlegenden oder bestätigenden Experimentaluntersuchungen, Bedenken und Ermunterungen, deren Fortsetzung wir auch in Zukunft im Interesse unserer aufblühenden Wissenschaft und Methodik erbitten, und ihre eingehendste Berücksichtigung im Lehrbuche (unter Namensnennung der Autoren) ermöglicht. Die uns von Seiten der Kollegen zugehenden Anfragen über einzelne Kapitel der vorliegenden Schrift erklären wir uns gern bereit, auch fernerhin nach Möglichkeit ausführlich zu beantworten.

Ihrer Durchlaucht, der Fürstin Livoff, sage ich ergebenen Dank für ihren künstlerischen Beistand bei der Ausstattung der vorliegenden Jubiläumsschrift.

Berlin, im April 1902.

H. Zikel.

I. KAPITEL.

Klinische Bedeutung der Osmologie.

Bei Gelegenheit einer in Gemeinschaft mit Dr. Rogovin in der I. med. Klinik der kgl. Charité begonnenen Untersuchung über den therapeutischen Wert des Sauerstoffes bei gewissen Krankheiten und Symptomen, stellte sich das Bedürfnis heraus, die am Krankenbette gewonnenen Ergebnisse und Erfahrungen durch schwer widerlegliche Argumente, durch Zahlen-Angaben zu stützen. Denn selbst wenn mein geschätzter Lehrer, Herr Oberarzt Dr. Michaelis, die Einführung der Sauerstoffbehandlung durch empirisch gewonnene Resultate erfolgreich durchsetzte und durch den von ihm vertretenen Leitsatz, dass in einer Dyspnoe, in einer schweren Cyanose schon ein momentaner Stillstand, eine vorübergehende Erholung, ein therapeutischer Effekt sei (gleichwie dem Wanderer auf langem Wege eine kurze Ruhe wohlthue), seine Hörer für sich gewann, so entfesselten doch gerade die schwer begründbaren Erfolge der Sauerstofftherapie unter den meisten medizinischen Gesellschaften Deutschlands einen harten — bisher unentschiedenen — Kampf.

In unserer später erscheinenden Arbeit über die Sauerstofftherapie geben wir einen litterarischen Überblick über diesen interessanten Kampf der Theorie gegen die praktische Erfahrung. An dieser Stelle genüge ein kurzer Überblick zur Begründung der Bedeutung der Osmologie für klinische Untersuchungen. Die Physiologie bestreitet, durch exakte Versuche am Tiere und Menschen belehrt, die Frage, ob man durch Sauerstoff-Inhalation den Sauerstoffgehalt des Blutes wesentlich vermehren könne. Der Kliniker wirft, aller Wahrscheinlichkeit nach mit Recht, dagegen ein, dass pathologische Verhältnisse andere Bedingungen abgeben als physiologische, dass also das Blut bei Cyanose in der That mehr Sauerstoff aufnehmen kann, als normales, gesättigtes Blut. Wie sollte denn das folgende, von Oberarzt Michaelis demonstrierte, unwiderlegliche klinische Experiment, dessen Zeugen wir so oft waren,

anders gedeutet werden: Eine an Wangen, Lippen und Nägeln hochcyanotische Patientin inhaliert vermittelst der Michaelis'schen Maske Sauerstoff. Nachdem 10—20 l des Gases eingeführt sind, legt sie die Maske ab, und wie durch Zauberwirkung sieht man statt der tiefblauen, eine frischrote Färbung der Wangen, Lippen und Nägel, konstatiert man einen ruhigeren, (bei Arythmie infolge vit. cordis) regelmässigeren, kräftigeren Puls und eine gebesserte Respiration. An der Überzeugungskraft dieser sicheren Thatsache ändert nichts der Einwand, dass diese plötzliche Veränderung nur eine Suggestivwirkung sein könnte; oft wurde absichtlich der Hahn des Gasballons nur scheinbar geöffnet, oft der mit Luft gefüllte Ballon verwandt, und — die Wirkung blieb aus. Indessen hören wir nach wie vor vom Lehrstuhle unserer grossen Physiologen herab, die von ihnen vertretene, entgegengesetzte Meinung. — Und mit Recht. Die Medizin hat im Laufe der Jahrhunderte zu viel als sicher angenommene Thatsachen als irrig fallen lassen müssen, zu oft theoretisch Bewiesenes späterhin aufgegeben, als dass unsere moderne Wissenschaft den Boden des exakten Experimentes zu Gunsten der Empirie ohne weiteres verlassen dürfte. Bewiesen ist nur die von den Physiologen anerkannte, der therapeutischen Bedeutung des Oxygens widerstreitende, Thatsache; das klinische Experiment zeigt zwar sicher irgend eine Einwirkung des Sauerstoffes an, aber es unterrichtet uns nicht genügend über die Art und Weise dieser Einwirkung. In diesem Streite der Meinungen kann nur die Aufstellung von Argument gegen Argument, Zahl gegen Zahl, die Wahrheit auffinden lassen.

Wir besitzen nun einige Methoden, um den Sauerstoffgehalt des Blutes exakt zu bestimmen, oder aber eine erhöhte Einwirkung des Sauerstoffes auf das Blut nachzuweisen. (Blutkörperchenzählung, Blutentgasung, Spez. Gewichtsbestimmung etc.) In der That sind in der Litteratur derartige Nachweise aufzufinden, und wir haben uns in einigen Fällen ihrer bedient. Aber die Erfahrung hat ergeben, dass diese Methoden zeitraubend, umständlich, allzuleicht mit Fehlerquellen behaftet sind und dass man ein unwiderlegbares Beweismaterial schwer mit ihnen erbringen kann. Wie wir zeigen werden, haben auch aufgenommene Pulskurven einige Gesetzmässigkeiten in der Einwirkung des Sauerstoffs ergeben. Kollege Rogovin wandte sich darauf dem Tierexperimente zu, um die Wirksamkeit des Sauerstoffes bei gewissen schädlichen äusseren Einflüssen zu untersuchen.

Indessen bin ich durch das ausserordentlich sorgsame Studium der für die gesamte Osmologie fundamentalen Arbeit des Prof. A. v. Korányi: »Physiologische und klinische Untersuchungen über den osmotischen Druck tierischer Flüssigkeiten«, (Zeitschrift f. klinische Medizin Bd. 33 u. 34) auf einen neuen Weg gewiesen worden, der mit dem Namen des Autors eng verknüpft ist und exakte Resultate verspricht. v. Korányi selbst hat in der soeben zitierten Arbeit wichtige kryoskopische Anweisungen und Indikationen für die Sauerstofftherapie gegeben. Aber wie so manche Perle in diesem Sammelwerke scharfsinniger Gedanken und fleissiger Arbeit ist auch diese verhältnismässig wenig beachtet und bearbeitet geblieben. Die klinische Bedeutung der Osmologie ist indessen in der neuesten Zeit weit über die fundamental wichtige Bestimmung der Indikationen und des Heilwertes der Therapeutika hinausgewachsen.

„Die im Lauf der letzten Jahre mit Eifer aufgenommenen ›osmologischen‹ Untersuchungen einer Reihe von Körperflüssigkeiten, namentlich des Blutes, des Urins, gewisser Trans- und Exsudate etc., haben durch Anwendung neuer physikalisch-chemischer Methoden, darunter in erster Linie der Feststellung der molekulären Konzentration auf dem Wege der Gefrierpunkts-Bestimmung, schon angefangen, auf die wissenschaftliche Betrachtung der menschlichen Organ-Funktionen befruchtend einzuwirken, und werden dies meiner Überzeugung nach weiterhin in erhöhtem Masse thun. In physikalischer Hinsicht steht dies, besonders für die Entscheidung über den mehr physikalischen oder mehr vitalen Charakter gewisser Transsudationen, Sekretionen etc., wohl ausser Frage. Aber auch für die klinische Betrachtung vieler pathologischer Vorgänge des menschlichen Körpers und ebenso für deren Behandlung darf, meine ich, der Wert dieser neuen Untersuchungen nicht unterschätzt werden.

Um nur einige der nächstliegenden pathologischen Gebiete herauszugreifen, so scheinen mir die weitgehendsten Ergebnisse der osmologischen Forschung bisher die Nierenkrankheiten zu betreffen. Schon die bis jetzt bei ihnen angestellten vergleichenden Beobachtungen über molekuläre Konzentration von Blut und Urin haben zu erweiterten Kenntnissen über den Begriff der Niereninsufficienz geführt; und es scheinen auch in dieser Beziehung sich wichtige Unterschiede zwischen den verschiedenen Formen der Nephritis zu ergeben. Auch das Verständnis der Urämie

werden dieselben Untersuchungen, falls sie bei weiterer Fortsetzung übereinstimmende Resultate geben, voraussichtlich wesentlich fördern können.

Weiter scheinen dieselben Bestimmungen wichtige Merkmale für die Zirkulationsstörungen zu bieten, wie sie als Folge teils von Herzleiden, teils von ungenügender Leistung der Respirationsorgane auftreten. — Interessante Ergebnisse werden ferner voraussichtlich von analogen Untersuchungen von Ex- und Transsudaten der Serosen, namentlich der Pleura, für die Bedingungen ihrer Entstehung und ihrer Resorption geliefert werden.

Auch auf dem Gebiet der konstitutionellen Erkrankungen versprechen osmologische Untersuchungen von Blut und Exkreten Wichtiges zu lehren. So ist in dieser Hinsicht die Gicht und harnsaure Diathese schon verschiedentlich berührt worden und verdient weitere Bearbeitung. Auch in Beziehung auf die verschiedenen Formen der Anämie und Kachexie bin ich darauf gespannt, ob nicht die osmologische Forschung wichtige Ergebnisse liefern und vielleicht die Chlorose und anderen primären Anämien von den sekundären Erkrankungen besser als bisher ihrem Wesen nach auseinander zu halten lehren wird.

Dass auch für die Therapie diese Untersuchungen nicht wertlos sein werden, scheint mir selbstverständlich. Schon in der verfeinerten Kontrolle über den Verlauf z. B. einer Nephritis, einer Pleuritis exsudativa, einer chronischen Gicht etc. liegt eine Förderung für die Behandlung dieser Zustände. Weiter hat z. B. die festgestellte Möglichkeit, durch die kryoskopische Untersuchung des Blutes und Urins die Funktionsfähigkeit der Nieren besser als bisher zu beurteilen, einen bedeutsamen Fortschritt in der operativen Behandlung einseitiger Nierenerkrankungen hervorgerufen. — Einen besonderen Wert werden die schon begonnenen Untersuchungen über den Einfluss von salzhaltigen Wässern auf die osmotischen Vorgänge im Körper für die Anwendung vieler Heilquellen haben und vielleicht manches von den bisher auf »Imponderabilien« bezogenen Wirkungen dieser Behandlungsweise einem tieferen Verständnis zuzuführen vermögen. Auch wird auf demselben Weg vielleicht die Wirkung mancher Diuretica und Diaphoretica eine bessere Erklärung als bisher finden können.

Ich brauche kaum hinzuzufügen, dass in allen genannten Beziehungen die osmologischen Untersuchungen nicht als allein massgebende Urteilsquellen anzusehen sind. Wie fehlerhaft eine

osmologische Untersuchung des anämischen Blutes ohne Berücksichtigung der die Blutkörperchen, des Hämoglobin etc. betreffenden Befunde oder eine solche des Gichtblutes ohne chemische Bestimmung der Harnsäure etc. wäre, bedarf keiner Auseinandersetzung. Gerade in der fortgesetzen Vergleichung der osmologischen Befunde mit den Ergebnissen der mikroskopischen, chemischen und biologischen Untersuchung von Körperflüssigkeiten liegt der zukünftige Wert ersterer begründet.“ (Originalbeitr. von Prof. Dr. Riess, fr. Direktor am städt. Krankenhause Friedrichshain zu Berlin.)

II. KAPITEL.

Bisherige Praxis der Kryoskopie.

A. Experimentelle Schwierigkeiten.

Der Grund für die auffallende Thatsache, dass die weittragende Bedeutung der Osmologie, insbesondere der Kryoskopie, noch nicht allgemein zur Anerkennung gelangt ist, dass einige Kliniker sich heftig gegen den Verdacht wehren, Kryoskopiker zu sein, dass unsere sonst so ernst wissenschaftlichen und fleissigen praktischen Ärzte mit nichtsahnender Scheu vor dem Allerheiligsten des Klinikums stehen bleiben, in dem kryoskopiert wird, liegt in der Disciplin selbst. Denn allseitig anerkannte Kryoskopiker wie v. Korányi, Senator, Casper und Richter, Dreser, Strauss etc. haben schon zuviel Bedeutungsvolles für die innere Medizin und die Chirurgie geleistet, sondern die Ursache dieses abwehrenden Verhaltens mancher Ärzte liegt in der **Methode der bisher üblichen kryoskopischen Untersuchungen.** Leider besitzen wir bisher keine einzige zusammenfassende Abhandlung über die exakte Technik der Kryoskopie, und der Praktiker muss sich mühsam seine osmologischen Kenntnisse, besonders auch die Technik seines Apparates, aus der gesamten chemischen, physikalischen, physiologischen, medizinischen und chirurgischen Litteratur, inbegriffen die älteren, neueren und neuesten Zeitschriften, teils zusammensuchen, teils findet er nirgends eine Unterweisung über irgend eine Zufälligkeit, die ihm oft genug mit seinem Kryoskope begegnet. Es ist unglaublich, wie unbekannt die einfachsten Gesetze der Kryoskopie oft sogar denen sind, die

darüber zu veröffentlichen wagen. Oft genug sieht man die wunderbar ausgeklügelten Kunstgriffe, welche die Erzielung eines raschen und sicheren kryoskopischen Resultates bezwecken sollen. Der eine klopft nach dem Emporsteigen des Quecksilberfadens an sein Thermometer, damit es noch ein wenig steigt. Der andere hört plötzlich zu rühren auf, weil das genauere Resultate geben soll. Manche haben im Aussengefässe überhaupt kein Thermometer, sie »taxieren« einfach den Kältegrad (und wahrscheinlich auch das Resultat). Zuweilen sieht man einen »Schwefelsäure-Abschluss« der Luft des Untersuchungsglases, und ich glaube diese völlig unbegründeten Apparate vom Markte grösstenteils entfernt zu haben. Der Hauptfehler aber liegt natürlich im Apparate selbst, der vermöge seiner bisherigen Konstruktion mit zweifelloser Sicherheit oft eine Quelle sich summierender Fehler darbietet (H. Koeppe, Heidenhain, Kostkewicz u. viele a.), wie ich im Folgenden nachweisen werde. Allerdings muss man unumwunden zugeben, dass wirklich erfahrene Kryoskopiker häufig brauchbare Resultate erzielen können. Aber selbst diese sind bei den bisherigen Molekulargewichtsbestimmungs-Apparaten beständig der sicher drohenden Gefahr ausgesetzt, dass Fehler in ihre experimentellen Untersuchungen unterlaufen, und ich werde im Folgenden den exakten Beweis erbringen, dass selbst eine vielmalige Wiederkehr desselben Versuchsresultates durchaus nicht für seine Richtigkeit spricht, und dass die Angabe von Prof. Nernst, der Beckmann'sche Gefrierpunktsbestimmungsapparat gestatte eine bis auf Tausendel Grade genaue Ablesung, absolut nicht beweisend dafür ist, dass diese bis auf Tausendel Grade genaue Ablesung dem richtigen Resultate entspricht. So wichtig der von Beckmann angegebene Molekulargewichtsbestimmungs-Apparat auch für die Grundlegung und Entwickelung der gesamten Kryoskopie geworden ist, so darf man doch nicht verkennen, dass er eine nicht zu unterschätzende Anzahl von Fehlern in sich birgt, und dass die zu einer korrekten Gefrierpunktsbestimmung erforderlichen Bedingungen nicht in ihm erfüllt sind. Das von Dr. Friedländer konstruierte Kryoskop, das sich zu raschen Schätzungen von Molekulargewichten gegebener Substanzen eignet, aber niemals den Anspruch darauf machen darf, ein ärztliches Instrument zu werden, ergiebt völlig unzureichende Resultate, die innerhalb der Grenzen des Pathologischen zum Normalen schwanken, also ärztlich nicht verwendbar sind.

Interessant ist es, in den technischen Instituten ersten Ranges, welche kryoskopische Apparate liefern, diese stetig wachsende Flut von Zuschriften durchzustudieren, die von Seiten der Käufer der Apparate von Beckmann oder Friedländer zugehen. Der eine Arzt klagt über die Erzielung unzureichender Resultate, ein anderer berichtet, dass sein Thermometer eigensinnig abwechselnd steigt und fällt, ohne ein endgiltiges Resultat abzugeben; einem dritten geht der Quecksilberfaden überhaupt nicht wieder nach dem Fallen in die Höhe u. s. f. Unterzeichnet sind oft Assistenten von Kliniken ersten Ranges. Man darf unter keinen Umständen diesen Kollegen aus derartigen Urteilen heraus auch nur den geringsten Teil ihrer wissenschaftlichen Befähigung absprechen. Die Ursache liegt nur in dem **Mangel eines Instrumentes von der Exaktheit eines Präzisionsapparates und dem Fehlen eines — Lehrbuches** der kryoskopischen Technik. -- Dass in der That ungenaue Resultate nicht der Schuld des Experimentators, sondern den angegebenen Mängeln des Beckmann-Apparates entspringen, lässt sich mit Sicherheit daraus erkennen, dass von unseren ersten Autoritäten auseinanderweichende Ergebnisse über gleiche Untersuchungsobjekte vorliegen. Ich wähle vorläufig ein Beispiel heraus, das meine Ansicht begründen soll.

Der Gefrierpunkt einer 1 % igen Chlornatriumlösung ist: (cf. φ)
nach v. Korányi = 0,602 (Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 33 Heft 1)
„ Dreser = 0,613
„ Tigerstedts Physiologie = 0,606 u. s. f.

Nach den Angaben von Prof. Nernst (Siede- und Schmelzpunkt, ihre Theorie u. prakt. Verwertung etc.) sind kryoskopische Bestimmungen bis auf 1000 tel Grade genau möglich. Bei dieser fundamental wichtigen Bestimmung von φ, auf der die meisten osmologischen Berechnungen sich aufbauen, weichen die Werte um $\frac{11}{1000}$, also über $\frac{1}{100}$ von einander ab. Bei der Zuverlässigkeit der genannten drei Autoren ist eine andere Fehlerquelle, als die in der Methode liegende, wohl ausgeschlossen. Es ist für den wissenschaftlichen Arzt ohne weiteres klar, dass die Zahl φ, ohne die wir nahezu keine einzige osmologische Berechnung anzustellen vermögen, unter keinen Umständen schon in der zweiten Dezimale nach dem Komma Fehler aufweisen darf. Bei Untersuchungen von Harn und Blut etc. ergeben sich indessen hohe Abweichungen,

in der Hand desselben Forschers am gleichen Untersuchungsobjekte, die häufig Abweichungen von zehntel Graden aufweisen, wie viele Autoren selbst bezeugen. Eklatant sind für die Annahme dieser Thatsachen besonders diejenigen wissenschaftlichen Debatten gewesen, in denen Beobachtungen, die sich zu jeder Zeit in vitro vordemonstrieren lassen, von anderen Forschern bestritten wurden. So erhielten Patella u. a. beim Durchleiten von Sauerstoff durch carbonisiertes Blut keine kryoskopischen Differenzen, sodass diese Autoren die entspannende Wirkung des Sauerstoffes folgerichtig zu leugnen gezwungen waren. Bei dem jetzigen Stande der Osmologie zweifelt wohl kein Arzt mehr an dem therapeutischen Effekte des Sauerstoffes als Hyposmotikum. Wenn man demnach in Betracht zieht, dass die osmotische Oxygenwirkung nach Kohlensäuredurchleitung (Verfahren Patellas) zehntel Grade beträgt, die dem genannten Forscher aus den angeführten Gründen entgingen, so wird man die Berechtigung der Annahme kaum in Frage ziehen können, dass in der That bei kryoskopischen Studien bislang mehr dem Untersuchungs-Instrumente als dem Forscher die Schuld fehlerhafter Resultate beizumessen war.

B. Klinische Schwierigkeiten.

Die Schwierigkeiten, die sich bei kryoskopischen Untersuchungen nach meinen Beobachtungen bisher ergaben, lagen aber nicht nur in der begrenzten experimentellen Ausführbarkeit, sondern wesentlich auch in klinischen Verhältnissen. Die Entziehung eines relativ grossen Blutquantums, wie sie zur osmologischen Untersuchung bislang erforderlich war, stellt eine nicht zu unterschätzende Schädigung für schwächliche Patienten dar, für Kachektische aber nicht selten eine direkte Gefahr. Schon bei dem Eingriffe der Venaesektion kann infolge der plötzlichen Blutdruckänderung ein fataler Collaps eintreten. Aber auch bei Gesunden ist die Schwierigkeit einer Blutentziehung zu diagnostischen Zwecken nicht gering. Zu dieser Ansicht bekennt sich auch v. Korányi. Ich entnehme seiner Untersuchung »Über das osmologische Gleichgewicht des Organismus«, die folgenden Zeilen:

»Die Gefrierpunktserniedrigung des normalen Menschenblutes beträgt 0,56 °. Bis jetzt stehen mir persönlich nur wenig Bestimmungen bei Gesunden zur Verfügung. Eine Vermehrung des Materiales ist, solange keine **einwandsfreie** Methode zur

Bestimmung des osmotischen Druckes in höchstens ein paar Tropfen Flüssigkeit vorliegt, aus naheliegenden Gründen mit manchen Schwierigkeiten verknüpft . . .«

Die Lösung dieser wichtigen Frage der Verringerung des zur kryoskopischen Untersuchung erforderlichen Blutquantums habe ich v. Korányi mitgeteilt und vermag dankerfüllt die Antwort des hervorragenden Gelehrten an dieser Stelle mitzuteilen: »Die Modifikation, welche Sie zur Ausführung von Gefrierpunktsbestimmungen nach Beckmann vorschlagen, ist **einwandsfrei** . . . Ich werde mir einen Apparat nach ihren Angaben verschaffen, da ich die Verringerung der nötigen Blutmenge für wichtig halte . . .« Die folgenden, wichtigen Details dieser Zuschrift, die durch ihren reichen Inhalt sich wie eine Fortsetzung seiner genialen »Untersuchungen über den osmotischen Druck etc.« liest, sind weiter unten zu besprechen. —

III. KAPITEL.

Der Tierversuch und das osmologische Experiment am Menschen.

Die Grundlage eines rationellen Ausbaues der osmologischen Diagnostik und Therapie ist der Tierversuch. v. Korányi hat mit Nachdruck seine Wichtigkeit für die Erkenntnis der osmologischen Gesetze im menschlichen Organismus gelehrt und durch zahllose Experimente am Kaninchen demonstriert. Wir möchten an dieser Stelle, wo es sich um die wichtige Festlegung der prinzipiellen Bedeutung des Tierversuches für die gesammte moderne Osmologie handelt, eine kurze Bemerkung einschalten, welche in gleicher Weise dem Gelehrten wie dem ethisch gebildeten Arzte gilt. Unserer Ansicht nach ist der Tierversuch, solange wir ihn durch gleichwertige Experimentaluntersuchungen nicht zu ersetzen vermögen, für die Förderung der wissenschaftlichen und praktischen Medizin unumgänglich notwendig. Aus dieser Überzeugung heraus habe ich dem ehrenvollen Antrage Sr. Durchlaucht des Fürsten Lwoff, dem Comité zu Gunsten des Tierschutzes beizutreten, nicht Folge leisten können. Aber wir möchten doch mit Nachdruck an den Arzt und Forscher die strenge sittliche Forderung stellen, sich stets dessen bewusst zu sein, dass er im Tierversuche

ein hoch organisiertes, mit vitaler Seele begabtes, fühlendes Geschöpf in der That foltert. Dieses Bewusstsein wird nicht allen, aber doch wenigstens Hunderttausenden von nutzlos gequälten und hingeopferten Tieren Leben und Gesundheit belassen. Der Tierversuch ist nur da berechtigt und unvermeidlich, wo er eine direkte Förderung der praktischen Medizin in absehbarer Zeit verspricht, er ist absolut verwerflich, wenn es sich um wertlose theoretische Überlegungen handelt, deren Bedeutung für die Praxis niemand absehen kann, und wenn es die Demonstration physiologischer Versuche vor Studenten betrifft, die ein sinnreich konstruiertes, bewegliches Modell, eine Reihe guter anatomischer Abbildungen und das wechselnde oder bewegte Bild des Scheinwerfers oder des Kinematographen in gleicher Weise überzeugen würde, da von Hunderten der Jünger Aeskulaps nur eine winzige Schar später selbst viviseziert, und diese die Bedeutung des Tierversuches erst dann ganz würdigen werden, wenn sie selbst praktisch physiologisch arbeiten. In diesem Sinne sollte jeder sittlich denkende Forscher und Arzt die genannte Gesellschaft, welche die ersten Führer des Staates zu den ihrigen rechnet, **in der zweckmässigen Einschränkung des Tierversuches und der dadurch gesteigerten sittlichen Bildung der jungen Ärzte** in ihren Bemühungen unterstützen, soweit ihre Macht und Überzeugung es gestatten. — Leider haben deutsche Gelehrte sich relativ zu wenig für die Vorversuche am Tier erwärmen wollen und haben in sicherer Erwartung positiver Resultate mit klinischen Experimenten meist sofort begonnen. Die Folge davon ist, dass thatsächlich die normalen, physiologischen Vorgänge kaum so eindringend untersucht sind, als gewisse pathologische Erscheinungen. Man hat nicht die höchst eigentümlichen periodischen Schwankungen der osmologischen Verhältnisse beim Kaninchen zu bestätigen oder zu erklären versucht. Wir kennen infolge unzureichenden Materiales kein Analogon davon im menschlichen Organismus, und das ist doch von grundlegender Bedeutung. Besteht ein solcher Unterschied, so ergiebt eine einfache Überlegung, dass die Normwerte mit den Verhältnissen der Temperatur und Jahreszeiten wechseln würden, dass die Zahl, die für eine Jahreszeit eine Sufficienz der Nieren- und Herzthätigkeit angäbe, für eine andere Periode eine Insufficienz bedeuten würde, denn die Grenzen zwischen Sufficienz und Insufficienz

eines Organes liegen nahe beieinander. Natürlich müssen diese Verhältnisse im physiologischen Experimente studiert werden, die bisherigen Ergebnisse genügen nicht zur Entscheidung der Frage. Der Art und Weise, wie ein exaktes osmologisches Tierexperiment auszuführen ist, habe ich einige persönliche Erfahrungen hinzuzufügen, die sich in der Hauptsache auf die weiter unten zu erörternde therapeutische Diagnostik beziehen, d. h. diejenige Diagnostik, welche nicht eine Erkennung der Krankheit, sondern des Krankheitszustandes und die Einwirkung des Therapeuticums auf denselben lehrt.

Der Tierversuch ist so einzurichten, dass die notwendigen Utensilien und Desinfizienten neben der Streckbank fertig daliegen. Es genügen zwei scharfe Messer, zwei Pincetten, zwei ausgezogene Glasröhren mit vorläufigem Gummiverschluss an den Breitseiten, Arterienklemmen, eine Scheere, Tupfer, Nadeln, Seide, Desinfiziens, 4 sterile Centrifugiergläser, die aussen mit einem durchschnittenen Etiquett zur Markierung der erforderlichen Flüssigkeitshöhe versehen sind. Man sucht nun nach der Eröffnung mittelst eines nahezu medianen Halsschnittes die Carotis mit der Pincette auf, schält sie mittelst der anderen Pincette heraus und trennt sie vom Nerven.

Nachdem man die Arterie freigelegt hat, bringt man eine Arterienklemme an ihre Herzseite an, unterbindet an der Kopfseite und legt eine lockere Schleife kopfwärts von der Arterienklemme um, sodass der Raum zwischen beiden Schleifen etwa 2 Fingerbreit beträgt. Nun hebt man die Arterie mit der Pincette und legt die Scheere schräg zum Verlaufe der Carotis, mit der Spitze nach dem Tierherzen zu, an. Man schneidet schräg, ziemlich tief, um nicht den Schnitt alsdann erweitern zu müssen, was mit vielen Schwierigkeiten verknüpft ist. (Natürlich muss man sich aber hüten, die Arterie zu durchschneiden, da in diesem Falle die Versuche, die Arterie wieder zu fassen, eine nutzlose Quälerei darstellen und der Versuch sofort als missglückt aufzugeben, dass Tier abzutöten ist.) Alsdann sucht man in der Richtung, in der man beim Einschneiden der Carotis die Scheere hielt, mit der ausgezogenen Glasspitze des einseitig verschlossenen Glasrohres durch Entlanggleiten auf der Arterie von der Kopfseite her in diese einzugehen und muss, wenn dies misslingt, die gegebene Öffnung erweitern. Hierauf zieht man das Gefäss über die Glasspitze, bringt die lockere Schleife darüber und bindet sie fest zu. Es ist zu empfehlen, nun nicht sofort die Klemme abzunehmen

und dann erst den Gummiverschluss der Glasröhre zu entfernen, da alsdann das Blut mit grosser Gewalt herausspritzt und leicht den Experimentator trifft. Man halte das Zentrifugierglas in schräger Neigung bereit, nehme den Gummiverschluss ab, lege das Röhrchen in das Zentrifugierglas und öffne nun erst die Klemme. Alsdann unterbindet man die Herzseite der Carotis, desinfiziert nach Entfernung der Arterienklemme und vernäht die Schnittwunde. Bei kryoskopischen Untersuchungen lebte, wenn das Pektoskop angewandt wurde, ein mässig starkes Kaninchen tage- bis wochenlang fort und konnte zu mehreren Blutversuchen verwandt werden, was bei physiologischen Versuchen von höchster Wichtigkeit ist, während früher die Versuchstiere, wegen der bei den bisherigen Apparaten erforderlichen Entziehung eines grossen Blutquantums, ausnahmslos dahinstarben. Die Kaninchen, denen nur 7—9 ccm Blut für das Pektoskop entzogen wurden, zeigten sofort nach dem Experiment eine hohe Beweglichkeit und Fresslust.

Will man mit einer grossen Blutmenge experimentieren und das Tier dem Versuche opfern, so empfiehlt sich der Bauch-Pressverband. Man umwickelt mit breiten Streifen den Unterleib des Versuchstieres um die Streckbank herum; hierdurch wird ein grösseres Blutquantum gewonnen, da die Gefässe des Unterleibes durch den Verband exprimiert werden. Man stellt bei den letzten Tropfen Blut die Streckbank schief, sodass die Hinterbeine hochgelagert werden. Humanität und Praxis erfordern, dass man nie einem Versuchstiere mehr als die Hälfte seines Blutes entzieht, ohne es verbluten zu lassen. G. Kempner (Archiv d. Physiologie 90) nimmt an, dass ein Kaninchen von 1300 g 25 ccm arterielles Blut neben 75 ccm venösem Blute und 900 ccm Gewebsflüssigkeit enthalte. Man sehe also bei einem mittelschweren Kaninchen eine Entnahme von 10—15 ccm Blut als das Maximum an, wenn es fortleben soll. Bei der völligen Entleerung des Tierkörpers verfällt das verendende Kaninchen in dyspnoische Krämpfe. Um die Ausbildung der angegebenen Methoden hat sich der Physiologe Kaul verdient gemacht.

»Zum Zwecke der Harnentnahme werden die Versuchstiere in einen Käfig gebracht, in dem der Urin pünktlich gesammelt werden kann. Vor und nach Ablauf der Versuchszeit wird die Blase durch den Katheter oder mittelst Expression vollkommen entleert, um den genau durch 24 Stunden secernierten Harn untersuchen zu können« (v. Korányi). Ich kann aus dem im

Folgenden erörterten Bedenken heraus diese Methode nicht anerkennen und empfehle die Untersuchung des »Normalharnes«, dessen Bedeutung ich unter dem Kapitel gleichen Namens abhandeln werde.

Die Nahrung und Bewegung der Versuchstiere wirkt auf die Resultate ein, auch das Hungern ist ein wirksamer Faktor, alle drei können also im Übermass zu Fehlerquellen werden. Demgemäss sei der Käfig eng und die Nahrung genau vorgeschrieben.

Zur osmologischen Untersuchung des menschlichen Blutes ist die Entnahme durch Schröpfköpfe nicht vorteilhaft, da sie falsche Resultate ergiebt (Casper und Richter u. a.). Aber auch eine Venaesektion ist nur bedingungsweise anzuraten. Sicherlich die bequemste Methode ist die Punktion der Armvene unter den bekannten Vorsichtsmassregeln (langsames Herausziehen des Kolbens etc.), wobei sterile Gläschen zur Entnahme vorbereitet sein müssen. Ein rasches Entleeren des Blutes aus der Punktionsspritze in das sterile Glas und jedes Schütteln desselben ist streng zu vermeiden, da schäumendes Blut eine Mischung desselben mit der atmosphärischen Luft anzeigt, und diese durch ihren Gehalt an Sauerstoff nach meinen Untersuchungen zu einer nicht zu unterschätzenden Fehlerquelle werden kann, wie ich des Weiteren ausführen werde.

Die Blutentziehung am Menschen erfolgt nach den in der I. und III. med. Klinik der kgl. Charité gesammelten Erfahrungen am vorteilhaftesten mittelst der Punktionsnadel von Strauss.

»Nach gründlicher Desinfektion der Ellenbeuge umschnürt man den Oberarm in der Mitte mit einen Gummischlauch, dessen Enden durch eine Klemme festgehalten werden. Am besten ist die von Strauss modifizierte Langenbecksche Klemme (cf. Strauss, Chronische Nierenentzündungen pag. 6). Die Umschnürung darf nicht so stark sein, dass der Puls unterdrückt wird. Man fühle also vor dem Einstich nach dem Puls. Den Einstich selbst führt man nach Strauss am besten an der Vena cephalica aus, weil die Vena mediana die unangenehme Nachbarschaft von Nerven und Arterien besitzt, doch kann man, wenn die V. cephalica nicht prall hervortritt, ruhig auch eine besser hervortretende Vena anstechen. Wenn die Venen nicht gerade am linken Arm stärker hervortreten, bevorzuge man den rechten. Den Einstich führt man so aus, dass man den senkrecht auf der Nadel aufsitzenden Griff zwischen Daumen einerseits, Zeige- und Mittelfinger andererseits

fasst und mit der Nadel in die hervortretende Vene so einsticht, dass die Spitze zur Axilla gerichtet ist. Es fliesst das Blut sofort im Strahl ab, und man kann, wenn man will, in kurzer Zeit einige Hundert ccm Blut entnehmen, ev. eine intravenöse Infusion anschliessen. Man schliesst in der Weise ab, dass man zuerst die Umschnürung lockert und dann die Nadel herauszieht. Oft fliesst kein Blut nach, und es genügt dann, etwas Jodoformkollodium auf die Stichwunde zu tupfen. (Nach den Erfahrungen von Oberarzt Blumenthal verheilt die Wunde besser ohne Anwendung von Collodium. Anm. d. Verf.) Manchmal muss man aber — wenigstens für einige Stunden — einen Gazetampon auf die Wunde legen und durch eine Binde befestigen. Wenn man die Kanüle, die von H. Strauss in der Charitégesellschaft, Sitzung vom 30. Juni 1898, demonstriert und genauer beschrieben worden ist, auskocht, thut man gut, in das Lumen einen Draht einzulegen, damit nicht etwa vom letzten Gebrauch verbliebene Blutreste, die koaguliert werden, das Lumen verstopfen können. Nach den Erfahrungen von Strauss, der mit dieser Kanüle weit mehr als 100 ausgiebige Venenpunktionen ausgeführt hat, versagt sie nur bei sehr fetten oder ödematösen Armen, weil sich hier die Venen nicht genügend deutlich einstellen. In solchen Fällen kann aber aus demselben Grund auch kein Einschnitt auf die Vene ausgeführt werden, und man ist hier gezwungen, die Vene direkt frei zu präparieren. Die Zahl der Fälle, in welchen das Messer den Vorzug verdient, beträgt kaum mehr als 5 % der Fälle.« (Originalbeitr. von Oberarzt Privatdozent Dr. Strauss.)

Für Untersuchungen des menschlichen Urins sind einzig und allein die mit »Normalharn« gewonnenen Ergebnisse theoretisch zu begründen und praktisch leicht durchführbar.

IV. KAPITEL.

Osmologie.

Unter dem Begriffe »Osmologie« verstehe ich die Lehre vom osmotischen Drucke der im menschlichen Körper zirkulierenden und ruhenden Flüssigkeiten (Blut, Lymphe, Thränen, Galle, Harn etc.). Der fundamentale Lehrsatz dieser neuesten und vielversprechendsten aller medizinischen

Disziplinen ist das von A. v. Korányi begründete Gesetz vom osmotischen Gleichgewicht im menschlichen Organismus. Je nachdem wir die gesetzmässigen Beziehungen der osmotischen Spannung der einzelnen Körperflüssigkeiten beim gesunden oder kranken Menschen untersuchen, unterscheiden wir eine normale und eine pathologische Osmologie. Im normalen Zustande ist das osmotische Gleichgewicht unter gleichen Verhältnissen erhalten. Bei der Erkrankung eines secernierenden Organes ist das osmotische Gleichgewicht naturgemäss gestört. Diese Störung des osmotischen Gleichgewichtes rührt daher, dass das betreffende secernierende Organ infolge seiner pathologisch-anatomischen Veränderung nicht mehr im vollen Masse seine Funktion ausüben kann. Die Verringerung der Funktion eines Organes zieht demgemäss eine Veränderung der osmotischen Spannung seines Se- resp. Exkretes nach sich. Die Muttersubstanz aller Ausscheidungen ist aber das Blut. Aus dem Blute entziehen die secernierenden Organe eine gewisse Menge Wasser und Salze, welche durch die Parenchymzellen der betreffenden Organe einerseits verändert (Magensaft, Speichel etc.), andererseits teilweise unverändert abgegeben werden (Harn etc.). Erkrankt also ein secernierendes Organ, so vermag es weniger als normal von den Blutbestandteilen zu secernieren. In diesem Falle ist demnach das osmotische Gleichgewicht zwischen Blut und Ausscheidungsprodukt gestört. Je mehr die Erkrankung in den Parenchymgeweben fortschreitet, umsomehr wird im allgemeinen das osmotische Gleichgewicht zwischen Blut und Se- resp. Exkret gestört. Je mehr der Heilungsprozess des Parenchyms fortschreitet, um so besser werden sich diese Gleichgewichtsverhältnisse gestalten. Allerdings kommt bei chronischen Krankheitsprozessen der funktionellen Anpassung, die ich im Folgenden ausführlicher erörtern werde, eine bedeutsame Rolle zu, indem die gesunden Zellen des erkrankten Organes vicariierend für die pathologisch veränderten Gewebe einzutreten vermögen. Bei akuten Prozessen ist ein solcher Vorgang auszuschliessen, wenn sie von kurzer Dauer sind.

Aus den vorangegangenen Erörterungen folgt die wichtige Thatsache, dass der Grad der Störung des osmotischen Gleichgewichtes zwischen Blut und Sekret ein Mass für den Zustand und für den Verlauf der Krankheit des parenchymatösen Organes, aber auch ein exaktes Mass für die Einwirkung

des angewandten Therapeuticums auf den Krankheitsprozess sein muss (therapeutische Diagnostik). Stellen sich die osmotischen Gleichgewichtsverhältnisse günstiger, nähert sich also die Funktion des Organes ihrer von der Natur vorgezeichneten Arbeitsleistung, so ist bis auf weiteres der angewandte Heilplan fortzusetzen. Ändern sich aber die gestörten Gleichgewichtsverhältnisse lange Zeit nicht, oder verschieben sie sich zu Ungunsten des normalen Befundes, so ist umgehend die gewählte Therapie durch eine zweckmässigere zu ersetzen. (Zikel.)

Mit Recht definieren wir also die Osmologie als funktionelle Pathologie, während wir bisher unter Pathologie im engeren Sinne stets die pathologische Anatomie mit ihren Nebenzweigen verstanden. So wie der normalen Anatomie die Physiologie würdig zur Seite steht und erst die gegenseitige Ergänzung beider durch einander ein klares Bild vom normalen menschlichen Organismus zu geben vermag, so stellen wir als die Errungenschaft der modernen Medizin die pathologische Osmologie, d. h. die Lehre von den veränderten Funktionen des kranken Organes, gleichwertig an die Seite der pathologischen Anatomie, d. h. die Lehre von den veränderten organischen Elementen des kranken Organes.

In der That erzeugt jede Funktionsstörung ein verändertes Sekret, und jedes veränderte Sekret weist eine veränderte osmotische Spannung auf, sodass wir zweifellos in dem Verhältnisse des osmotischen Druckes des pathologischen Sekretes zu dem des Blutes im allgemeinen ein Mass für die Schwere der Funktionsstörung gewonnen haben. —

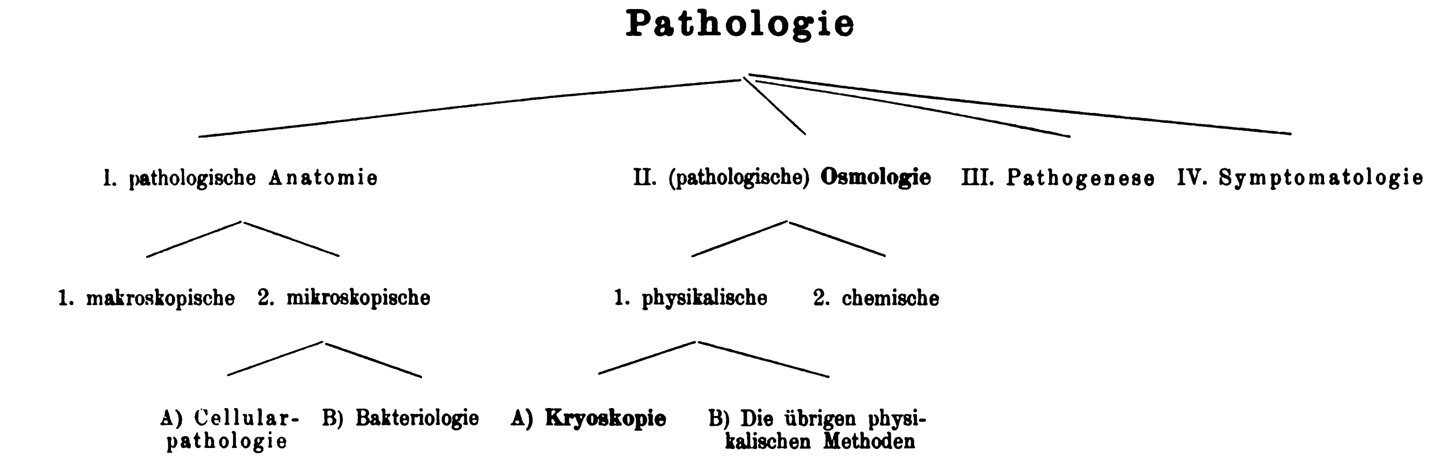
Das Gebiet der Osmologie ist ein unendlich weites und relativ wenig bebautes Feld. Jede Untersuchung über die Beschaffenheit des Blutes und der Sekrete, die von einer Betrachtung der Formelemente und deren Veränderungen absieht, ist als osmologisches Experiment aufzufassen, gleichgiltig ob der Gehalt an Gasen, oder an Wasser und Salzen, ob das Molekulargewicht, der Druck oder das spezifische Gewicht, ob die osmotische Spannung oder die Strömungsgeschwindigkeit etc. bestimmt werden. Denn es ist mit evidenter Sicherheit nachzuweisen, dass alle physikalischen und chemischen Eigenschaften des Blutes und der Sekrete des Menschen in Zusammenhang mit ihren osmotischen Spannungen stehen. Diesen Nachweis werde ich in der osmologischen Strichiometrie

unter Namensnennung der betreffenden Autoren und Anführung meiner ergänzenden Resultate erbringen.

Wie aus dem Berichteten hervorgeht, beruht der zukünftige Ausbau der pathologischen Osmologie auf fest gestütztem Fundamente, das jederzeit durch argumentierende Zahlen geprüft werden kann, während das hohe Bauwerk der mikroskopischen Pathologie auf einem Theoreme der Zellenlehre: »omnis cellula e cellula« gegründet ist und gleichwohl so wertvolle Resultate gezeitigt hat.

Um genügend zu kennzeichnen, welche Stellung ich der Osmologie in dem grossen Gebiete der Pathologie zuerteilt wissen will, erschien die umseitige schematische Übersicht zu einer Orientierung zweckmässig.

Die Lehre von den Krankheiten ist demnach in 4 Hauptzweige einzuteilen, von denen der erste die Lehre von den Formveränderungen, der zweite die Lehre von den Funktionsänderungen, der dritte die Entstehung der Krankheiten und der vierte die Symptome derselben zu umfassen hat. Die pathologische Anatomie zerfällt in die bekannten Untergruppen. Die Osmologie zerfällt in zwei Untergruppen ohne scharfgetrennte Grenzen: Die physikalische Osmologie bestimmt die physikalischen Eigenschaften der Körperflüssigkeiten (Gefrierpunkt, spezifisches Gewicht, Gasdruck etc.), während die chemische Osmologie genaue Analysen (Gehalt an Eiweiss, Stickstoff, Chlor etc.) aufzustellen hat. Die wichtigste Aufgabe der Osmologie ist es nun, alle gefundenen Ergebnisse in die osmotische Spannung der Flüssigkeiten umzurechnen, sie dem v. Korányi'schen Gesetze vom osmotischen Gleichgewichte anzupassen, und aus dem Grade der Sufficienz oder Insufficienz des betreffenden Organes Schlüsse auf den Krankheitsgrad zu ziehen, ev. die Krankheit selbst aus den studierten funktionellen Veränderungen zu diagnostizieren, eine grosse und aussichtsvolle Aufgabe! Als fruchtbarstes Arbeitsfeld der pathologischen Osmologie hat sich die Kryoskopie mit ihren exakten Zahlenangaben erwiesen, und die kryoskopische Untersuchung von Blut und Harn hat unendlich segensvolle Resultate für die innere Medizin und Chirurgie gezeitigt. Reiche Verdienste haben sich speziell auf diesem Gebiete Dreser, v. Korányi und seine Schule, Caspar und Richter, Kümmell, Senator, Hamburger, v. Limbeck, Senator, Strauss, u. a. erworben, deren Ausführungen von hervorragendem Interesse für


Pathologie
I. pathologische Anatomie
II. (pathologische) Osmologie
III. Pathogenese
IV. Symptomatologie
1. makroskopische
2. mikroskopische
1. physikalische
2. chemische
A) Cellular-pathologie
B) Bakteriologie
A) Kryoskopie
B) Die übrigen physikalischen Methoden

kryoskopische Studien geworden sind. Leider haben sich noch nicht durchgehend übereinstimmende Resultate ergeben können, da infolge der zahlreichen Mängel der bisher bestehenden Gefrierpunktsbestimmungsapparate selbst bei den zuverlässigsten unserer Autoren inmitten richtiger Ergebnisse ungenaue Resultate nachzuweisen sind, die ich durch sorgfältiges Studium der Einzelerscheinungen der Gefrierpunktsbestimmung genau festzustellen, vermochte, und die in dem zuverlässigen neuen kryoskopischen Präzisionsapparate »Pektoskop« sämtlich eliminiert worden sind.

Die Urteile wissenschaftlicher Autoritäten über den Wert und die Zukunft der Osmologie treffen sich übereinstimmend bezüglich der hohen Sympathie und des regen Interesses für diese jüngste der modernen Disziplinen. Unser verehrter Jubilar, Geheimrat Prof. von Leyden, hat häufig genug seine Oberärzte und mich beauftragt, über die Fortschritte meiner Untersuchungen Bericht zu erstatten und durch viele Beweise seines wirklichen Interesses unsere Arbeit gefördert. Der bekannte Nierenchirurg Prof. Rotter bezeichnete die Osmologie als eine neue Aera für die Nierenchirurgie. Ähnliches wurde mir von anderer Seite berichtet: »Bezüglich der Untersuchungen über osmologische Fragen . . . bin ich ebenfalls der Meinung, dass diese neuen Untersuchungsmethoden, abgesehen von ihrem hohen wissenschaftlichen Interesse, auch für die Klinik fruchtbringend geworden sind, indem dieselbe ja auch schon hinsichtlich therapeutischer Massnahmen sehr aufmunternde Ergebnisse geliefert hat . . . Mein Sohn hat auf der Naturforscherversammlung in Hamburg (laryngologische Sektion, s. Monatschrift für Ohrenheilkunde No. X 1901, vorletzte Seite) auf die Wichtigkeit der Kryoskopie bei Laryngealstenosen aufmerksam gemacht . . .« (Von Hofrat Prof. von Schrötter, Direktor der III. med. Klinik der kais. Charité zu Wien.) Im gleichen Sinne teilt uns der Altmeister der wissenschaftlichen Osmologie die folgenden Betrachtungen mit: »Ich sehe Ihrem Lehrbuche mit grossem Interesse entgegen. Hoffentlich wird dasselbe viel zur Verbreitung der physikalisch-chemischen Methoden beitragen. Ich glaube, dass hier noch ausserordentlich viel zu thun ist. Bis jetzt hat sich blos die Kryoskopie bewährt. Die übrigen Methoden, welche die physikalische Chemie der Medizin bieten kann, sind nur äusserst wenig auf ihre Anwendbarkeit geprüft worden. Soweit meine Erfahrungen reichen, ist von den Leitfähigkeitsbestimmungen für die Klinik nicht

viel zu erwarten. Eher scheint die Elektrometrie durch die Aufklärungen, welche sie über die Magenverdauung etc. zu geben verspricht, dazu geeignet, klinische, wenn auch keine diagnostische Anwendung zu finden. Doch glaube ich, dass in **diagnostischer** Hinsicht die Kryoskopie die praktisch wichtigste Methode der physikalischen Chemie bleiben wird. Was bis jetzt auf diesem Gebiete erreicht wurde, resumieren ausser meinen diesbezüglichen Arbeiten die Vorträge von Paul und His in Hamburg, von Richter in der »Deutschen Klinik«, sowie das Buch über Nierenkrankheiten von Strauss. Die Zukunft liegt wohl besonders in der Richtung, welche zuerst His in seinen Untersuchungen über Harnsäure-Löslichkeit etc. betreten hat . . . etc.« (Von Prof. Dr. Alexander von Korányi.) Ähnlich spricht sich ein bekannter Leipziger Kliniker aus: ». . . Meine Arbeiten beziehen sich, abgesehen von rein psychologischen Methoden, wesentlich auf die mechanisch-physiologische Analyse derjenigen Bewegungserscheinungen, welche als Ausdruck bestimmter Zustände des Nervensystems zu Stande kommen. Gerade von diesem Standpunkte aus sehe ich in der klinischen Osmologie, in welcher mechanische und physiologische Momente sich vereinigen, eine wichtige Ergänzung der biologischen Wissenschaft . . . Ich kann also nur meine Ueberzeugung von der Tragweite dieser Untersuchungen speziell in praktisch-klinischer Richtung aussprechen.« (Von Prof. Dr Sommer.) Wichtig sind die folgenden Ausführungen: »Der Osmologie glaube ich für Wissenschaft und Praxis eine sehr gute Prognose stellen zu können. **Wenn die Kollegen sich erst mit der sehr einfachen Technik vertraut gemacht haben** und sehen, dass dieselbe ziemlich leicht zu erlernen ist, wird sie eine **allgemeine Anwendung finden** . . . Für die Chirurgie ist die Kryoskopie ein grosser Gewinn. Aber auch für die innere Medizin, speziell die Nephritis, haben wir schon bedeutungsvolle Anhaltspunkte gewonnen, speziell bei Nierenblutungen der Nephritis, welche früher **sehr oft zu operativen Eingriffen irrtümlicher Weise Veranlassung gegeben hat.** Die Beziehungen zwischen Alumen und Gefrierpunkt festzustellen sind wir im Begriff. Jedenfalls giebt es kein Mittel, das uns über die Funktion der Nieren so sicheren Aufschluss giebt, als die Kryoskopie des Blutes.« (Von Oberarzt Privatdozent Dr. Kümmell.)

V. KAPITEL.

Osmotischer Druck.

Unter dem Begriff »osmotischer Druck« versteht man die Kraft, mit der gelöste Substanzen die Wände des Gefässes, in dem sich die Lösung befindet, zu durchdringen suchen. Den Vorgang, vermöge dessen die gelösten Moleküle eine durchlässige Gefässwand durchdringen, nennt man »Osmose«. Der osmotische Druck ist als eine Molekularkraft zu definieren, die also, da diese Kraft jedem einzelnen gelösten Moleküle innewohnt, proportional der Zahl der gelösten Moleküle, d. h. proportional der Konzentration der Lösung ansteigt, wenn die Temperatur der Lösung konstant bleibt. Der osmotische Druck wächst und sinkt mit der Temperatur, doch besteht zwischen beiden keine genaue Proportionalität (Zikel, bestritten von Pfeffer). Eigentümlicherweise ergiebt sich aus physikalischen Überlegungen, dass der osmotische Druck indirekt proportional dem Molekulargewichte ist; diese Molekularkraft ist also um so grösser, je kleiner das Gewicht des Moleküls ist, vice versa. Als Gedächtnisregel dieser nicht direkt anschaulichen Konsequenz mag man sich die Vorstellung eigen machen, als ob ein kleineres Molekül leichter eine durchlässige Wand zu durchdringen vermag, nach der Definition demnach einen grösseren osmotischen Druck als ein schweres Molekül ausübt. Der osmotische Druck hat also absolut keine Vergleichspunkte mit dem hydrostatischen Drucke einer Substanzlösung auf ihre Gefässwände. Entgegengesetzt der Richtung der Schwere, also nach oben, vermag der osmotische Druck zu wirken und es lässt sich diese Thatsache experimentell beweisen, wenn man ein Gefäss durch eine durchlässige, horizontal gestellte Wand in zwei Kammern teilt und die obere Kammer mit aq. dest., die untere mit einer wässrigen Lösung irgend einer Substanz füllt. Nach einiger Zeit lassen sich die gelösten Moleküle auch im oberen Raume nachweisen, sie sind also vertikal aufwärts, entgegen dem Gesetze der Schwere, gewandert. Ich füge die soeben beschriebene Versuchsanordnung in einer Figur bei, um an ihr die Gesetze des osmotischen Druckes anschaulich herleiten und studieren zu können. In Figur II sei A die obere, B die untere Kammer, S die durchlässige Scheidewand. Durch E_1 und E_2 vermöge man beliebige Lösungen einzulassen oder abzuheben. Füllt man zur Demonstration des zuletzt angeführten Gesetzes (der Unabhängigkeit des osmotischen Druckes von der Schwere) A mit

aq. dest., von dessen fadem Geschmacke man sich überzeugte, und B mit einer Zuckerlösung, so kann man nach einiger Zeit nachweisen, dass A statt mit fadem, mit süsslich schmeckendem Wasser erfüllt ist, dass also Zuckermoleküle infolge ihres osmotischen Druckes durch die Scheidewand S hindurch in die Kammer A hinaufgewandert sind. Es ist nun klar, dass der osmotische Druck nicht nur nach oben, sondern nach allen Richtungen als Molekularkraft wirksam ist. Die Öffnungen E_1 und E_2 dürfen nicht verschlossen sein, da im angegebenen Versuche reines Wasser aus A nach B dringt und B sprengen würde, wenn es verschlossen wäre. Dafür dringt reines Salz von B nach A. (Der völlige Austausch der Substanzlösungen dauert 48 Stunden.) Experimentell lässt sich diese Thatsache leicht nachweisen, indem man die angegebene Versuchsordnung wiederholt, aber das Gefäss statt auf die Wand W_4 auf die Seitenwand W_1 oder W_2, W_3 etc. stellt, sodass man die Richtung der Osmose nach unten, nach rechts oder nach links etc. abändern kann. Daraus ist also zu folgern, dass die osmotische Kraft nach allen Dimensionen hin in gleicher Weise wirksam ist. In der ersten Versuchsanordnung wirkte demgemäss der osmotische Druck der Lösung in B nicht nur auf die durchlässige Scheidewand S, sondern auch auf die Wände W_3, W_4 etc. Da indessen die Gefässwände als nicht durchlässig angenommen sind, so vermögen die Moleküle nicht, sie zu durchdringen. Sie üben also nur eine ihrem osmotischen Drucke gleiche Kraft auf die Wände aus. Diesen Ruhezustand der osmotischen Kraft pflegt man als »osmotische Spannung« zu bezeichnen, doch wird in der Litteratur dieser Unterschied nicht durchgängig streng beachtet. Unter »osmotischer Spannung« versteht man demnach den auf eine undurchlässige Wand in der Form potentieller Energie wirksamen osmotischen Druck einer Lösung. Interessant ist nun eine Untersuchung der Frage, wie weit die osmotische Kraft der gelösten Moleküle zu wirken mag, und innerhalb welcher Grenzen sie vielleicht durch entgegengesetzte Kräfte gleich Null gesetzt, also aufgehoben wird. Man fülle A mit Aq. dest., B mit einer 1 $^0/_0$igen Chlornatriumlösung, nachdem man durch das Aräometer das spezifische Gewicht der ersteren Flüssigkeit auf 1000, das der letzteren auf 1010 festgestellt hat. Nach genügender Zeit hebere man beide Flüssigkeiten durch E_1, E_2 ab und bestimme in beiden das spezifische Gewicht. Man wird diese Zahl in beiden Flüssigkeiten auf 1005

bestimmen. Es sind also so lange Chlornatrium-Moleküle von B nach A gedrungen, bis sie in A die gleiche osmotische Kraft wie die nunmehr durch den Verlust an festen Molekülen in ihrer osmotischen Wirksamkeit geschwächte Lösung in B auszuüben vermochten. Nach einem fundamentalen Gesetze der Physik aber heben sich zwei Kräfte in ihrer Wirkung auf, wenn sie gleich gross sind und in entgegengesetzter Richtung aufeinander einwirken. In unserem demonstrierenden osmologischen Grundversuche wirkte die osmotische Kraft der Lösung in B so lange in der Richtung nach S hin, bis die Lösung der hinübergewanderten Moleküle in A den gleichen osmotischen Druck entgegengesetzt in der Richtung nach S auszuüben vermochte. Alsdann hoben sich beide Kräfte auf, und die Moleküle in B fanden bei ihrem Versuche, nach A hinüberzugehen, den ihrer Kraft gleichen Widerstand, sodass die Osmose aufhörte, als die Konzentration beider Lösungen die gleiche war. Man darf sich diese Thatsache nicht so vorstellen, als ob der osmotische Druck der Flüssigkeit in B auf S = 0 geworden sei, er ist nur in eine ruhende Kraft, in osmotische Spannung von gleicher numerischer Grösse übergegangen. Bezeichnet man die osmotische Kraft der beiden, gleichkonzentrierten Lösungen mit Kr, so wirken auf die Scheidewand S die Kräfte 2 Kr auch nach Beendigung der osmotischen Prozesse.

Ein analoges Resultat wird sich nach unserer Definition ergeben, wenn wir das Experiment so abändern, dass A eine Zuckerlösung, B eine Kochsalzlösung enthält. Beide gelösten Substanzen haben wegen ihrer ungleichen Molekulargewichte einen verschiedenen osmotischen Druck. In diesen Experimenten scheint mir die Begründung eines physikalischen Gesetzes zu liegen, das als solches noch nicht ausgesprochen worden ist, obgleich die Thatsachen nicht unbekannt sind. Man weiss nämlich, dass die Moleküle verschiedenartiger Substanzen im gelösten (oder analog gasförmigen) Zustande sich gegenseitig zu durchdringen vermögen, sodass z. B. a gr Wasser + b gr Kochsalz + c gr Zucker nur wenig mehr als das Volumen das Wassers, also a ccm einnehmen. Die Moleküle der gelösten Substanzen haben sich also in den Zwischenräumen der Wassermoleküle etabliert, ohne das Volumen des Wassers merklich zu vergrössern. Die beiden angegebenen Versuche scheinen mir indessen den Beweis zu erbringen, dass dieser Vorgang der gegenseitigen molekularen Durchdringung nicht bei dem Zufügen einer gleichartigen Substanz einzutreten vermag. A ent-

halte eine p_1 prozentige Zuckerlösung vom osmotischen Drucke O_1, B_1 eine p_2 prozentige Chlornatriumlösung vom osmotischen Drucke O_2. Infolge der Molekularkraft wandern nun die Zuckermoleküle von A durch S nach B, die Salzmoleküle von B durch S nach A solange, bis der osmotische Druck in beiden Lösungen $= \frac{O_1 + O_2}{2}$ und die Konzentration der Mischungen $= \frac{p_1 + p_2}{2}$ geworden sind. Es sind also von A nach B $\frac{p_1}{2}$ gr Zucker, von B nach A $\frac{p_2}{2}$ gr Salz übergegangen, und der osmotische Druck hat sich in A um $\frac{O_1 - O_2}{2}$ mm Hg verringert, in B um $\frac{O_1 - O_2}{2}$ mm Hg vermehrt. Wir nehmen der Einfachheit halber an, $p_1 = p_2 = 1$, d. h. beide Lösungen seien 1 prozentig. Bei Beendigung der Osmose sind infolgedessen von A nach B $^1/_2$ gr Zucker, von B nach A $^1/_2$ gr Salz hinübergedrungen (A u. B. = je 100 ccm angenommen), ferner hat O_1 ein kleineres Quantum disponibler Kraft an B abgegeben, als O_2 an A. Das Bemerkenswerte und scheinbar dem Gesetze vom Gleichgewichte der Kräfte Widersprechende bei diesen Beobachtungen ist nun das Folgende: Obgleich beim Beginn dieses letzten Versuches in A ein geringerer osmotischer Druck herrscht, als in B, obgleich also die Moleküle nur von B nach A nach physikalischen Betrachtungen, aber nicht umgekehrt von A nach B übergehen dürften, da doch die Zuckermoleküle bei S eine entgegengesetzte, stärkere Gegenkraft antreffen, als sie selbst disponibel haben, dringen doch ebensoviel Gewichtsteile Zucker von A nach B, als Salz von B nach A übertritt, die Moleküle durchdringen sich also. Ist die Konzentration in beiden Lösungen gleich, so gleichen sich die Drucke an beiden Seiten von S einander aus, sind demnach für die Osmose unwirksam. Man müsste nun analog schliessen, dass im ersten Versuche, wo schon kurz nach seinem Beginne auf der einen Seite von S eine schwachkonzentrierte Lösung der anderseitigen konzentrierteren Lösung in B entgegenwirkt, auch Kochsalzmoleküle von A nach B zurückgehen, umsomehr, als sie ja einen relativ grösseren osmotischen Druck als die Zuckermoleküle im zweiten Versuche (nämlich denselben als die entgegentretenden NaCl-moleküle) ausüben. Dass indessen die Untersuchung dieses Vorganges der gegenseitigen molekularen Durchdringung bei dem letzteren Versuche negative, beim ersteren positive Resultate ergiebt, beweist man durch Zufügung geringer Mengen zweier Kom-

plementärfarben-Lösungen in Kammer A u. B. Färbt man die Flüssigkeit in A durch Zusatz weniger Tropfen Methylenblau, die in B durch einige Tropfen Indischgelb, so zeigt bei Versuch I (Aq. dest. — NaCl) A eine deutliche grüne Mischfarbe, B aber eine differente Gelbgrünfärbung. In Versuch II aber weisen A und B gleichmässige Grünfärbung auf. (Bei einer Ausdehnung des Versuches auf 24 Stunden tritt allerdings auch bei Versuch I beiderseits die ausgesprochene Mischfarbe auf, aber es ist zu bedenken, dass alsdann die osmotische Kraft der gelösten Farbstoffe allmählich wirksam wurde.) — Ein anderer strikterer Beweis der angeführten Gesetzmässigkeit liegt in folgender Versuchsanordnung (Figur III): In ein Gefäss seien durch 2 verkorkte Tuben eine breite Röhre Fr (Füllröhre) und eine überall genau gleichweite Glascapillare Mc (Messcapillare) eingesetzt. Man fülle durch Fr das Gefäss G und einen Teil von Fr und Mc mit Aq. dest., das vorteilhaft zur Demonstration mit Indigo schwach gefärbt ist. Nun sättige man das Wasser durch Hineinwerfen einer auf der chemischen Wage genau abgewogenen Kochsalzmenge, die besser empirisch als theoretisch festgestellt ist, wobei die Höhe der Wassersäule bis zu einer Marke M konstant sei. Zunächst steigt das Wasser in der Capillare, mit steigender Sättigung sinkt es alsdann bis M zurück. Man werfe nun einige gr Zucker durch Fr in G. Die Lösung in Mc steigt und fällt wieder genau bis M. Man füge einige gr Chlorkalium hinzu. Es tritt derselbe Vorgang ein, hierauf fällt das Niveau in der Capillare wieder bis M. Sobald man aber nur 1 gr Chlornatrium zur Lösung hinzufügt, steigt das Niveau des Lösungsmittels, ohne wieder zu fallen. Hat man die Substanzen als kleine Krystalle hineingeworfen, welches Vorgehen allerdings die Versuchsdauer erheblich verlängert, so beobachtet man das Kleinerwerden und schliessliche Verschwinden der übrigen Substanzen, dagegen das Unverändertbleiben des Kochsalzkrystalles. —

Bei diesen vorgeschlagenen Versuchen habe ich längere Zeit verweilen müssen, weil sie von hervorragender Bedeutung für die osmotischen Prozesse im Organismus sind, und weil man in der Litteratur die Meinung vertreten findet, dass das Blut z. B. Kochsalz aus dem Harne bei langsamer Durchströmung der Nieren wieder zu entnehmen vermöge, selbst wenn die Concentration des Harns pathologisch gleich oder geringer als die des Blutes ist. — Der osmotische Druck ist, wie v. Korányi in anschaulicher

Weise ausführt, proportional der Anziehung der konzentrierteren Lösung gegen das Lösungsmittel. Wir sehen also in unserem Altmeister der Osmologie einen Vertreter der Anschauung, dass ein Ausgleich zwischen einem p- und einem Null-prozentigen Lösungsmittel dadurch stattfindet (Versuch II), dass das konzentrierte Lösungsmittel das reine Lösungsmittel sozusagen an sich ziehe und so sich selbst diluiert, während Salz zum reinen Wasser übertritt. Nach Pfeffers manometrischer Methode ist das Gesetz nachweisbar, dass der osmotische Druck bei gleicher Konzentration der Lösung annähernd proportional der Temperatur sich ändert (cf. o.). Dies Verhältnis ergiebt sich theoretisch aus den weiter unten (»Osmologische Stöchiometrie«) gegebenen Gleichungen.

Bei konstantem Volumen nimmt der osmotische Druck direkt proportional der absoluten Temperatur zu. Der osmotische Druck ist indirekt proportional dem Volumen, in dem eine bestimmte Anzahl fester Moleküle in gelöstem Zustande enthalten ist. Indifferente Stoffe, deren Gewichtsmengen sich wie ihre Molekulargewichte verhalten, üben, in gleichen Voluminis gelöst, gleiche osmotische Drucke bei gleichen Temperatur- und barometrischen Druckverhältnissen aus (cf. Gramm-Molekel.). Von hoher Wichtigkeit für die Einsicht der Gesetze der Lösungen und des osmotischen Druckes war die Erkenntnis, dass sich gelöste Substanzen in ihren Druck- und sonstigen molekularen Verhältnissen wie Gase verhalten und dass diese Analogie so weit geht, dass man mit annähernder Genauigkeit nahezu alle bekannten Gesetze der Gase auf Lösungen anwenden darf. Einen Analogieschluss habe ich in der molekularen Durchdringung der Lösungsmittel schon angeführt. Man kann sagen, dass gelöste Stoffe in der Lösung denselben Druck ausüben, den sie bei gleicher Temperatur und gleichem Volumen (Volumen des Lösungsmittels!) als Gase ausüben würden. Natürlich hängt die Grösse des osmotischen Druckes, da dieser ja indirekt proportional dem Molekulargewichte ist, von der Art, von der chemischen Natur des gelösten Stoffes ab und zwar derart, dass äquimolekulare Lösungen ähnlicher Stoffe die Eigenschaft der Isotonie aufweisen.

Unter dem Begriffe der Isotonie stellt man sich das osmotische Gleichgewicht zweier verschiedener Substanzlösungen mit einer und derselben Zelle vor. Die verglichenen Lösungen müssen also, um die Eigenschaften der Isotomie zu besitzen, sowohl unter sich, als auch mit der Untersuchungszelle (gewöhnlich ein Blut-

körperchen) äquimolekular sein. Äquimolekular sind solche Lösungen, in denen die Quantitäten der gelösten Substanzen, gemessen in Gewichtseinheiten, im Verhältnisse ihrer Molekulargewichte stehen. Die Konsequenz dieser Definition ist der Satz, dass äquimolekulare Lösungen in gleichen Voluminis gleichviel gelöste Substanz-Moleküle enthalten. De Vries hat durch die Plasmolyse Pringsheim den Beweis erbracht, dass äquimolekulare Lösungen einer Reihe chemisch ähnlicher Substanzen isoton sind.

Die Plasmolyse nach Pringsheim ist als Methode zur Feststellung des osmotischen Druckes verschiedener Flüssigkeiten in Beziehung zum osmotischen Druck des Zellprotoplasmas zu definieren. Wird nämlich ein Formelement in eine Lösung gelegt, deren osmotischer Druck grösser ist als derjenige des Zellprotoplasmas, so schrumpft das Protoplasma zusammen, und diesen Vorgang bezeichnet man als Plasmolyse. Nach Pringsheim ist nun diejenige konzentrierteste Lösung, die in einer Zelle eben noch keine Lücken zwischen Zellwand und zusammengeschrumpftem Protoplasma, also keine Plasmolyse, aufweist, mit dem Zellinnern im osmotischen Gleichgewichte. Durch die Plasmolyse hat de Vries die wichtigsten osmologischen Gesetze prüfen und bestätigen können.

Vergegenwärtigen wir uns, dass die Osmose kein komplizierter Prozess, sondern nur ein Austausch der Bestandteile zweier durch eine durchlässige Membran getrennter Lösungen ist. (Dutrochet 1827.) Dutrochet, der diesen Vorgang zuerst in seiner Bedeutung für das gesammte organische Leben, für Nahrungsaufnahme und Abgabe der im Tierkörper erzeugten Zerfallsprodukte, für den gesammten »Austausch der Säfte« erkannte, bezeichnete den Prozess des Eindringens der Lösung in den Zellleib als Endosmose, den Vorgang der Abgabe der Spaltungsprodukte als Exosmose. Leider präzisiert man diese beiden Prozesse, die als physikalisch gleichwertig erkannt sind, nur noch selten in diese beiden Einzelvorgänge, obgleich diese Sonderbezeichnung die Anschaulichkeit der physikalischen Gesetzmässigkeiten organischer Funktionen zu erhöhen scheinen, da sie die entgegengesetzten Strömungsrichtungen der gelösten Molekule durch Zellwände, die als organische Membranen aufzufassen sind, genauer angeben.

Wichtig ist, dass sogar die mikroskopische Betrachtung der Zellwände der Pflanzen und der Blutgefässwände der Tiere keine

Öffnungen, keine Poren nachweisen lässt, sodass das Gegenargument das wider Dutrochet erhoben wurde, der Prozess des Säfteaustausches sei kein physikalisch-gesetzmässiger (Osmose), sondern ein mechanischer und von äusseren Umständen abhängiger, hinfällig erscheint. Graham fand 1850 die für die Osmologie ausserordentlich bedeutungsvolle Thatsache, dass sich die löslichen Substanzen hinsichtlich der Geschwindigkeit der Diffusion verschieden verhalten. (Unter Diffusion versteht man eine von Schicht zu Schicht allmählich fortschreitende Vermischung zweier mischbarer, eigentlich ohne Scheidewand übereinandergelagerter Flüssigkeiten nach den Gesetzen der Osmose. Graham wies nun zwei Gruppen löslicher Substanzen auf, die sich durch ihre Diffusionsgeschwindigkeit (und schon durch die Art ihrer Löslichkeit in Wasser) unterscheiden.

I. Krystalloidsubstanzen (Diffusionsgeschwindigkeit bedeutend). Metallsalze, Zucker etc.

II. Colloidsubstanzen (Diffusionsgeschwindigkeit minimal). Lösliche Kieselsäure, Leim, Eiweiss u. s. f.

Die Krystalloide sind im festen Zustande krystallinisch, die Colloide sind unkrystallinisch und quellen in Wasser nur auf, ohne klare Lösungen zu bilden. (Gelatinöse Lösungen.)

Man kann diese ungleiche Geschwindigkeit der Diffusion und Osmose bei beiden Gruppen durch folgenden Versuch demonstrieren. Man setze eine mit Colloiden und Krystalloiden gefüllte, unten durch eine Pergament-membran verschlossene Glaszelie in aq. dest. Alsdann lässt sich leicht nachweisen, dass die Krystalloide mit grosser Geschwindigkeit durch die Membran gewandert sind, während das klare Wasser nicht erkennbar durch die Colloidsubstanzen getrübt ist. Man benutzt bei chemischen Analysen diesen Versuch zur Trennung der beiden angegebenen Gruppen (Dialyse). — Es ist praktisch, vor der Darlegung der osmotischen Druckverhältnisse im Organismus, nach dem Vorgange von Koeppe sich die Konsequenzen der Van't Hoffschen Theorie der Lösungen, nach der sich gelöste Substanzen wie Gase verhalten, zu vergegenwärtigen.

1. Gay Lussacsches Gesetz: Bei gleichem Volumen ist der osmotische Druck und bei gleicher Konzentration das Volumen einer gelösten Substanz der absoluten Temperatur proportional. (Absolute Temperatur $= T = 273^0 + t = 273^0 +$ Temperatur des Lösungsmittels.)

Formel I. $\underline{\underline{O_t}} = \frac{O_0\,(273 + t)}{273}$ $\left\{\begin{array}{l} O_t = \text{osmotischer Druck bei } t^0 \\ O_0 = \text{,, ,, ,, } 0^0 \\ t = \text{Temperatur der Lösung.}\end{array}\right.$

Formel II. $\underline{\underline{Vol_t}} = \frac{Vol_0\,(273 + t)}{273}$ $\left\{\begin{array}{l} Vol_t = \text{Volumen der Lösung bei } t^0 \\ Vol_0 = \text{,, ,, ,, ,, } 0^0\end{array}\right.$

2. Boyle-Mariottesches Gesetz:

Formel III. $\frac{O_t \,.\, Vol_t}{O_0 \,.\, Vol_0} = 1 + \alpha t$ $\left\{\begin{array}{l} \text{Bezeichnungen wie oben.} \\ \alpha = \text{Ausdehnungscoefficient.}\end{array}\right.$

3. Die Teilchen gelöster Stoffe sind leicht verschieblich gegen einander.

4. Die Teilchen gelöster Stoffe erfüllen völlig den Flüssigkeitsraum.

5. Die Teilchen gelöster Stoffe können sich mit anderen Molekülen in beliebigen Verhältnissen mischen, aber nicht gleichartige Stoffmoleküle durchdringen (Zikel).

6. Henry Daltons Gesetz: Der osmotische Druck eines Lösungsgemisches (= Lösung verschiedener Substanzen) ist gleich der Summe der Partialdrucke (= Einzeldrucke) der gelösten Stoffe. Man hat den Nachweis erbringen können, dass in zwei diffundierenden Lösungen von gleichem osmotischen Gesamtdrucke dennoch osmotische Prozesse sich abspielen, und zwar so lange, bis sämtliche osmotische Partialdrucke beider Stofflösungen einander gleich sind.

Formel IV. $O_1 = \frac{223{,}5\, p_1 i_1}{M_1}\,(1 + \alpha t)$

Formel V. $O_2 = \frac{223{,}5\, p_2 i_2}{M_2}\,(1 + \alpha t)$

i = Dissociationscoefficient.
O = Osmotischer Druck.
p = Prozentgehalt der Lösung an d. gelösten Substanz.
M = Molekulargewicht des gelösten Stoffes.
α = Ausdehnungscoefficient der gelösten Substanz (!), nicht des Wassers, deren Eigenschaften als Gasanaloge aufzufassen sind = 0,003665.

Also Formel VI. $\underline{\underline{\frac{O_1}{O_2}}} = \frac{p_1 M_2 i_1}{p_1 M_1 i_2}$, d. h.: die osmotischen Drucke von verschieden konzentrierten Substanzlösungen im gleichen Lösungsmittel bei gleicher Temperatur verhalten sich proportional ihren Konzentrationen und indirekt proportional ihren Molekulargewichten.

Sind beide Substanzen in gleicher Menge gelöst, so ist $p_1 = p_2$, also

Formel VII: $\underline{\underline{\frac{O_1}{O_2}}} = \frac{M_2 i_1}{M_1 i_2}$. Wir empfehlen demzufolge, zukünftig

statt der komplizierten Formel IV die einfache Formel VII unter Benutzung einer genau bekannten Substanz zu stöchiometrischen Bestimmungen zu verwenden. Beeinflusst werden alle bisher gegebenen Formeln durch die später zu erörternde Dissociation.

In der organischen Natur finden sich zwei Arten von Gefässwänden, welche die organischen Flüssigkeiten einschliessen:

1. Permeable Wände, d. s. Gefässwände, welche sowohl dem Lösungsmittel (Wasser) als auch der gelösten Substanz (den Salzen, dem gelösten Eiweiss und seinen Spaltungsprodukten) den Durchtritt gestatten und

2. Semipermeable Wände, d. s. Gefässwände, die nur das Lösungsmittel, nicht aber alle gelösten Salze hindurchtreten lassen. So hat man z. B. mit Sicherheit festgestellt, dass die Zellen der roten Rübe impermeabel für den Zucker, den sie aufgespeichert enthalten, sind. (Hofmeister.) Die Traube'schen »Niederschlagsmembranen« sind künstlich dargestellte, semipermeable Wände. (Archiv f. Anat. u. Physiol. 1867.)

Im menschlichen Organismus wirkt der osmotische Druck mit der Gesetzmässigkeit eines physikalischen Experimentes. Der menschliche Körper besitzt in der That auch durchlässige und, wie H. Koeppe u. a. zeigten, sogar halbdurchlässige Wände (in den roten Blutkörperchen etc.). Bei der hervorragenden Bedeutung, welche die Änderungen des osmotischen Druckes für jede einzelne Funktion des Körpers, für den Stoffwechsel, für die Respiration, für die Se- und Exkretion, für nervöse Prozesse (Quellung der Endkolben etc.), für Bewegung, Gaswechsel, Temperatur, Exsudation, Transsudation, Resorption und alle pathologischen Funktionsstörungen haben, erscheint ein eindringendes Studium der Wirksamkeit der osmotischen Spannung im Körper als eine wichtige Bereicherung unserer ärztlichen Kenntnisse. —

Die Plasmolyse Pringsheims lehrt uns, dass eine einfache Änderung des osmotischen Druckes innerhalb der Zelle eine räumliche Veränderung derselben nach sich zieht. Wir wissen nun aber, dass der osmotische Druck im Organismus nur dadurch in seinem experimentell erwiesenen Gleichgewichte erhalten wird, dass die beständigen Verluste an festen Molekülen durch eine unausgesetzte Zufuhr und Abspaltung neuer Moleküle ausgeglichen werden. Daraus folgt mit evidenter Sicherheit, **dass in jeder Zelle des Organismus beständige osmotische Druckänderungen stattfinden. Diese Druckänderungen infolge rein**

physikalischer Vorgänge sind mit einer unausgesetzten Volumänderung jeder einzelnen Zelle verbunden (Zikel). Deutliche Volumänderungen infolge von Funktionsäusserungen der Zellen sind unbestritten nachgewiesen (Rand- und Belegzellen etc.). Wir werden also deduktiv auf die Deutung aller organischen Funktionsäusserungen durch osmologische Prozesse geführt. Seelische Funktionen, wie z. B. das Sehen etc. sind natürlich auf diese Weise nicht zu erklären, doch verdanken auch sie ihr Zustandekommen rein funktionellen Zellveränderungen, wie die bekannten physiologischen Vorgänge des Sehens am besten demonstrieren. So beruhen auch nervöse Vorgänge auf organischen Veränderungen der Nervenendzellen. Die Formveränderungen der Blutkörperchen, das Gedeihen thätig funktionierender Zellen durch Anhäufung eines Protoplasmas von stärkerer molekularer Konzentration, die Entartung nichtfunktionierender Zellen durch Abschmelzung fester Moleküle, die Turgescenz und viele andere wichtigen funktionellen Erscheinungen der Zelle lassen sich auf experimenteller Grundlage leicht durch osmologische Vorgänge erklären.

Die grundlegende experimentelle Untersuchungsweise der pathologischen Osmologie hat im Studium der Einwirkung künstlich hergestellter pathogener Einflüsse auf die osmotische Spannung einer frisch dem Organismus entnommenen Zelle (Blutkörperchen etc), analog dem plasmolytischen Experimente, zu bestehen. Wird die Zelle vorher mit medizinischen Salzlösungen behandelt, und dann in Bezug auf die Veränderung ihres osmotischen Druckes (durch grössere oder geringere Permeabilität gegenüber der untersuchten Medikation bei gleichen Konzentrationen) geprüft, so begründen wir durch diesen Versuch zugleich die empfohlene therapeutische Diagnostik. Die genaueren Versuchsanordnungen sind in den betreffenden Kapiteln der osmologischen Technik dargestellt.

Naturgemäss muss man in der Übertragung der experimentellen Befunde auf die Funktionen und Störungen im Organismus mit gewissenhafter Vorsicht zu Werke gehen und eine grössere Skepsis walten lassen, als es bei der pathologischen Anatomie erforderlich ist. Indessen sei diese Skepsis massvoll, da wir einen grossen Teil der Erfahrungen und Vorsichtsmassregeln bei der Anwendung physikalischer Befunde auf organische Prozesse schon aus dem physiologischen Experimente her kennen. —

Über die Natur des osmotischen Druckes sind die Untersuchungen nicht abgeschlossen. Wenn man der Analogie folgen will, welche die Osmose mit den Verhältnissen des gasförmigen Aggregatzustandes darbietet, so muss man die kinetische Theorie der Gase auch auf diese Molekularkraft anwenden. In der That basieren die meisten bisher vorgeschlagenen Theorien auf der Annahme, dass die osmotische Kraft als Folge des Anpralles der gelösten Moleküle an die permeable Wand aufzufassen ist. Allein das verschiedene Verhalten vieler Salze in Bezug auf Osmose und Dissociation und die eigentümliche spezifische Eigenschaft des Wassers, das letztere Ereignis allein unter allen Lösungsmitteln im grösseren Umfange hervorzurufen, sowie rein theoretische Bedenken haben zweifellose Unterschiede in den beiden Aggregaten erwiesen, die bislang nicht erklärt sind. Von der verbreiteten Vorstellung, dass eine konzentrierte Lösung eine gewisse Anziehung gegen das Lösungsmittel, möglicherweise durch entgegengesetzte molekulare Ladungen analog den Vorgängen der Dissociation, besitze, ist man in neuerer Zeit gänzlich abgekommen.

Bei den ärztlichen osmologischen Untersuchungen vergegenwärtige man sich, dass wir nicht wissen, ob eine osmotische Druckänderung die Ursache anatomisch-pathologischer Prozesse, oder ob die anatomische Veränderung causal die Drucksteigerung oder -verminderung bedinge. Die Entscheidung dieser hochwichtigen Thatsache gehört nicht in den Bereich des Unmöglichen, da ja weitere Erfahrungen lehren werden, wie sich der osmologische Zustand der Zellen kurz vor, während und nach den Krankheitserscheinungen, sowie im Stadium der Heilung verhält. Dass in der That durch rein osmologische Vorgänge pathologisch-anatomische Veränderungen der Zellstruktur und des chemischen Inhaltes der Zelle entstehen können, möchten wir zum Schlusse dieser für die Osmologie grundlegenden Betrachtungen mit H. Koeppe durch ein nicht unbekanntes Beispiel erweisen. Versetzt man eine lebende oder tote Zelle mit permeabler Zellwand in die Umgebung von destilliertem Wasser, so tritt durch die Wand der Zelle hindurch sofort ein ziemlich lebhafter osmotischer Prozess ein; die Zelle quillt infolge der Wasseraufnahme und scheidet einen Teil ihrer löslichen Salze bis zur gleichen Konzentration von Zellinhalt und Umgebung aus. Ist nun das umgebende Wasserquantum ein so grosses, dass eine Ausgleichung der osmotischen Drucke wegen des relativ geringen Gehaltes der Zelle an löslichen Substanzen

nicht erfolgen kann, so wird die Zelle bis zum völligen Zerfalle ihrer Struktur ausgelaugt. Die lebende Zelle wird also unter diesen Umständen sich auflösen und absterben. Wir haben demnach reines Wasser (wie es als destilliertes Wasser in den Handel gelangt und dem absolut reinen Wasser nahesteht) als das Leben der Zelle bedrohend und schliesslich vernichtend, als Protoplasmagift anzusehen. Führt man z. B. destilliertes Wasser in den Magen ein, wie es früher leider nicht selten zum Zwecke der Magenausspülung angewandt wurde, so erfolgen zunächst reaktive Zeichen schädlicher Einflüsse: Widerwillen, Übelkeit, zuweilen kurz nach dem Hinunterschlucken Erbrechen. Nach einiger Zeit aber treten stets nachweisbare anatomische Veränderungen der obersten Epithelschichten ein. Die oberflächlichen Zellen der Magenschleimhaut quellen, verändern ihre Struktur nach den oben beschriebenen Vorgängen und sterben schliesslich ab. Man findet bei der mikroskopischen Untersuchung des ausgeheberten Mageninhaltes nach relativ kurzer Zeit abgestossene, aufgequollene Zellen. Koeppe, der in seiner »physikalischen Chemie in der Medizin« (Wien 1900), für die **therapeutische Verwertung dieser »lokalen Giftwirkung« des destillierten Wassers** zur Vermehrung der Abstossung und dadurch erhöhten Regeneraton erkrankter oberflächlicher Zellschichten eintritt, stellt den pathologischen Befund in folgender Weise dar: »Diese lokale Giftwirkung dokumentiert sich klinisch in dem nach Genuss von grösseren Mengen destillierten Wassers auftretenden Unwohlsein und Erbrechen, **bis zum ausgesprochenen Bilde eines Magenkatarrhs.**« Auch wir glauben, im destillierten Wasser ein wirksames Osmotherapeutikum erblicken zu können, insofern es Abstossung und Regeneration der Epithelien anregen kann.

In dem angeführten Beispiele ist also der Beweis erbracht, dass durch streng osmologische Prozesse entzündliche Vorgänge im Organismus entstehen können. Ob es gelingen wird, die Ätiologie aller pathologischen Erscheinungen osmologisch herzuleiten, wie es für alle physiologischen funktionellen Erscheinungen feststeht, kann man bis jetzt weder absehen, noch wohlbegründet bestreiten. Wenn man aber das weite Feld des bisher Geleisteten überblickt, so darf man diese Frage eher positiv als negativ beurteilen. Sicherlich aber werden durch das osmologische Studium pathologischer Vorgänge für die Diagnostik und Therapie nach allen bisherigen Erfahrungen wertvolle neue Gesichtspunkte

aufgefunden. Man kann mit vorbehaltlicher Beschränkung der rein theoretischen Konsequenzen mit dem oben zitierten Autor den Satz aufstellen: »Wir können uns keinen Vorgang im »lebenden Organismus vorstellen, bei dem nicht os- »motische Kräfte beteiligt sein müssen.« Viele Vorgänge (Sekretion, Resorption etc.), die man bisher als »Thätigkeit der lebenden Zellen« angesehen hat, müssen als osmologische Prozesse angesprochen werden.

VI. KAPITEL.

Theorie der elektrolytischen Dissociation.

Unter »elektrolytischer Dissociation« verstehen wir die eigentümliche Eigenschaft von Salzen, starken Säuren und Basen, bei ihrer Lösung in Wasser, nicht aber in anderen Lösungsmitteln, ihre physikalischen Eigenschaften derart zu ändern, dass wir an eine Vermehrung ihrer Moleküle durch Zerfall derselben denken müssen. Diese, aus den gelösten Molekülen gebildeten neuen Moleküle nennt man **Jonen**; naturgemäss ist ihr Einzelgewicht kleiner als das Molekulargewicht der gelösten Substanz. Selbstverständlich findet diese Vermehrung der gelösten Moleküle ohne Gewichtszunahme des gelösten Stoffes statt; die Dissociation ist also als chemischer Spaltungsprozess eines Moleküls in seine Atomgruppen zu definieren. Die theoretische Erklärung der Dissociation, wie sie jetzt allgemein angenommen ist, ist indessen eine rein physikalische, auf elektrische Vorgänge in den Molekülen zurückführende.

Die ältere Grothusssche Theorie des molekularen Elektrizitätsaustausches der Moleküle hat man zu Gunsten der Helmholtzschen Theorie der Konstanz der molekularen Elektrizitätsladungen und der durch Clausius und Arrhenius begründeten Dissociationstheorie verlassen. —

Beim Lösen in Wasser zerfällt ein Teil der gelösten Moleküle in Einzelmoleküle, Jonen genannt. Von diesen wird den »Anionen« eine negative, den »Kationen« eine positive elektrische Ladung zugeschrieben. Die elektrische Ladungsgrösse der Jonen ist für alle Substanzen mit einwertigen Atomen konstant. Bezeichnet man die Elektrizitätsmenge eines Jonen mit 1, so haben

1 wertige Atome die Ladungsgrösse 1,
2 „ „ „ „ 2 l,
3 „ „ „ „ 3 l,
n „ „ „ „ n l.

Die Substanzen, die, in Wasser gelöst, dissociieren (d. h. elektrolytisch zerfallen), nämlich Salze, starke Basen und Säuren, nennt man **Elektrolyten.** Der Elektrolyt Chlorwasserstoffsäure (= Salzsäure = HCl) bildet, um an einem Beispiele die Wirkung der Dissociation darzustellen, dreierlei Arten gelöster Moleküle in Wasser:

I. Die ursprünglich gelösten, unveränderten, nicht geladenen HCl-Moleküle.
II. Die Kationen = positiv geladene H-Atome im freien Zustande.
III. Die Anionen = negativ geladene Cl-Atome im freien Zustande.

Es bilden sich also aus der Anzahl m_1 in Lösung gegebener Moleküle $\left(\overset{\pm}{m_1} =\right) \overset{\pm}{m_2} + \overset{+}{m_3} + \overset{-}{m_4}$ Moleküle, worin

$\overset{\pm}{m_2}$ die Anzahl der nicht geladenen inaktiven Moleküle,
$\overset{+}{m_3}$ „ „ „ positiv „ aktiven „
$\overset{-}{m_4}$ „ „ „ negativ „ „ „ bedeuten.

Die durch die elektrolytische Dissociation bedingte Vermehrung der Anzahl der Moleküle ist so gross, dass in den weitaus meisten Fällen die Zahl der in Lösung gegebenen Moleküle sich um das $1\frac{1}{2}$ bis 2 fache vermehrt, also $\overset{\pm}{m_2} + \overset{+}{m_3} + \overset{-}{m_4}$ = annähernd 2 m_1. Bei dem Zerfalle der Moleküle der Elektrolyten in Anionen und Kationen kommt den einzelnen Jonen die Eigenschaft zu, sich völlig wie selbständige Moleküle zu verhalten, d. h. hinsichtlich des osmotischen Druckes in gleicher Weise wie die ungetrennten Moleküle wirksam zu werden. Demzufolge wird durch die elektrolytische Dissociation infolge der vermehrten Anzahl der Moleküle der osmotische Druck erhöht. Organische Substanzen besitzen im allgemeinen die Fähigkeit der elektrischen Dissociation nicht, sie sind also keine Elektrolyten. Für die Osmologie sind von den bisher angeführten Thatsachen die folgenden Gesetze von Bedeutung:

1. Durch die Dissociation wird der osmotische Druck erhöht.

2. Die elektrolytische Dissociation findet nur bei der Lösung in Wasser statt **(also bei allen Flüssigkeiten im Organismus).**
3. Nur Salze, starke Basen und Säuren dissociieren im wesentlichen Umfange.

Das Vorhandensein von Jonen kann man nun aus einer spezifischen physikalischen Eigenschaft derselben erkennen. Jonen leiten den elektrischen Strom, alle anderen Moleküle aber besitzen diese Fähigkeit nicht. Vermag also eine beliebige Flüssigkeit, in den galvanischen Strom eingeschaltet, diesen nicht zu schliessen, so folgern wir schon aus dieser Thatsache heraus, dass die untersuchte Flüssigkeit frei von Salzen, starken Basen und Säuren ist. Je mehr Jonen eine Flüssigkeit enthält, umso besser leitet sie den elektrischen Strom. Die elektrische Leistungsfähigkeit einer Flüssigkeit erscheint also proportional der Zahl der in ihr gelösten Jonen. Man kann demnach am Galvanometer oder Rheostaten die Grösse der elektrolytischen Dissociation direkt bestimmen oder nach den weiter unten angeschlossenen Formeln den osmotischen Druck der Flüssigkeit rechnerisch nachweisen.

Bei der Durchleitung des elektrischen Stromes wandern die positiv geladenen Kationen mit dem positiven Strome von seiner Eintrittsstelle in den Elektrolyten (Anode) zu seiner Austrittsstelle (Kathode). Die negativ geladenen Anionen dagegen wandern in entgegengesetzter Richtung, von der Kathode zur Anode. Man hat sich diesen Vorgang so vorzustellen, als ob jede Elektrode eine gewisse Anziehung auf die entgegengesetzt geladenen Jonen ausübt, also die Anode die negativ geladenen, die Kathode die positiv geladenen Moleküle anzieht.

Man bezeichnet bezüglich ihrer elektrischen Arbeitsfähigkeit

I. die nicht dissociierten Massenteilchen als inaktive (neutrale) Moleküle
II. die Anionen und Kationen als aktive Moleküle.

Die Jonen verhalten sich nicht in allen Eigenschaften wie die gleichnamigen Atome; ein Chlor-Jone hat also nicht dieselbe chemische Wirksamkeit wie ein Chloratom. Die wichtigsten der bekannten dissociierenden Moleküle sind in der folgenden Tabelle nach Ostwald zusammengestellt.

Symbole	Ag	Al	Ba	Bi	Br	BrO_3	Ca	Cd	Cl	ClO_3
Ladungsgrösse	1e	3e	2e	3e	1e	1e	2e	2e	1e	1e
Art der Ladung	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—

Symbole	ClO_4	Co	Cr	Cs	Cu		Fe		Fl	H
Ladungsgrösse	1e	2e	2e	1e	1e	2e	2e	3e	1e	1e
Art der Ladung	—	+	+	+	+	+	+	+	—	+
Vorkommen					Cuproverbindungen	Cupriverbindungen	Ferroverbindungen	Ferriverbindungen		Säuren

Symbole	Hg		J	K	Li	Mg	MnO_4		Na	NH_4
Ladungsgrösse	1e	2e	1e	1e	1e	2e	1e	2e	1e	1e
Art der Ladung	+	+	—	+	+	+	—	—	+	+
Vorkommen	Mercuroverb.	Mercuriverb.					Permanganate	Manganate		

Symbole	NH_3R bis NR_4	Ni	NO_3	OH	Pb	Rb	S	Sb
Ladungsgrösse	1e	2e	1e	1e	2e	1e	2e	3e
Art der Ladung	+	+	—	—	+	+	—	+
Vorkommen	Organ-Verb. (R = Radikal)			Basen				

Symbole	Se	SeO_4	SO_4	Tl	Zn	Zr				
Ladungsgrösse	2e	2e	2e	1e	2e	4e				
Art der Lösung	—	—	—	+	+	+				

Es ist eine auffallende Thatsache, dass Elektrolyten nur bei ihrer Lösung in Wasser die Eigenschaft der Dissociationsfähigkeit ihrer Moleküle erlangen, dass sie weder im reinen Zustande, noch bei ihrer Lösung in anderen Lösungsmitteln (Alkohol etc.) den elektrischen Strom leiten, also in Jonen zerfallen. Je verdünnter die Lösung eines Elektrolyten ist, umso grösser sind

1. die elektrische Leitfähigkeit
2. die Zahl der dissociierten Moleküle
3. relativ der osmotische Druck.

Alle Flüssigkeiten im Organismus enthalten dissociierte Moleküle, leiten also die elektrischen Strömungen je nach ihrem Konzentrationsgrade mehr oder minder gut und haben eine relativ grosse osmotische Spannung. Aus der unten gegebenen Herleitung der diesbezüglichen Formeln werden wir erkennen, dass die elektro-

lytische Dissociation indirekt proportional der Konzentration der betreffenden Flüssigkeit ist. —

Absolut reines Wasser, wie es nach Koeppe's Vorschlag praktisch in dem Schmelzwasser des gefrorenen destillierten Wassers gewonnen wird, dissociiert (für unsere Betrachtungen erwogen) nicht.

Die Theorie der elektrolytischen Dissociation habe ich deshalb einer ausführlichen Erörterung für wert befunden, weil sie zunächst einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf den osmotischen Druck auszuüben vermag, also in Rechnung gezogen werden muss, besonders aber, weil diese Thatsachen von hervorragendem Interesse für die Elektrotherapie und Muskelphysiologie, vornehmlich aber die osmologische Pathologie zu werden verspricht. Ich werde im folgenden Kapitel diese Ausführung näher begründen, verweise aber bezüglich der genaueren Darstellung der Verwertung dieser Thatsachen speziell für die Elektrotherapie auf die Schrift: »Eine neue therapeutische Methode bei Rückenmarkskrankheiten.« (Berlin 1902, Fischers Hofbuchhandl.)

VII. KAPITEL.

Dissociationsprozesse im Organismus.

Die physiologische Erkenntnis, dass im toten Muskel in der That elektrische Ströme von ganz bestimmter Gesetzmässigkeit zirkulieren, während sie im lebenden Muskel nicht nachweisbar sind, hat bisher keine befriedigende Erklärung gefunden. Das Studium der Gesetzmässigkeiten bei den Vorgängen der Dissociation und Osmose wirft einiges Licht auf die spontane Entstehung und Verteilung elektrischer Strömungen im Organismus. — Wir hatten Osmose als den Vorgang definiert, vermöge dessen gelösten Substanzen die Gefässwände mit einer gewissen Kraft, der osmotischen Spannung, zu durchdringen suchen. Die Osmose ist also als ein Prozess aufzufassen, bei dem kinetische Energie zur Wirksamkeit gelangt, d. h. eine Arbeitsleistung, deren Effekt eine Bewegung der substantiellen Moleküle ist. Da nach dem Prinzipe von der Erhaltung der Energie eine Kraft nicht aus sich selbst entstehen kann, sondern schon a priori als Arbeitsvorrat, als potentielle, d. h. ruhende Energie in den osmotisch gespannten

Flüssigkeiten vorhanden sein musste, so ergiebt sich als Konsequenz dieser Thatsachen, dass in jeder Flüssigkeit des Organismus eine gewisse Menge von Arbeitseinheiten angehäuft worden ist. In gleicher Weise ist die Dissociation als eine Arbeitsleistung aufzufassen, bei der eine bestimmte Menge Energie in der Form von Elektrizität in Wirksamkeit tritt. Demgemäss ist auch in den dissociierenden Flüssigkeiten ein gewisses Quantum potentieller Energie aufgespeichert worden. Daraus ergiebt sich die wichtige Folgerung, dass in jeder Flüssigkeit des Organismus zwei streng umgrenzte Quantitäten von Arbeitseinheiten ruhen. Dass in der That die (als elektrische Ladungen in den Molekülen ruhende) potentielle Energie der Elektrolyten in kinetische Energie verwandelt werden kann, zeigt folgender Versuch: (Figur 3.)

Analog der in Figur II dargestellten Versuchsanordnung ist ein Glaskasten durch eine durchlässige Membran in zwei gleiche quadratische Räume geteilt. Der an der linken Seite befindliche Raum sei mit A, der rechte mit B bezeichnet, beide seien mit einer ungleich konzentrierten Lösung von Zinksulfat gefüllt. In die oberen Wände sind zwei grosse Zink-Elektroden eingelassen, die aus je 3, oben leitend verbundenen Elektrodenplatten bestehen, um eine möglichst ausgedehnte Oberfläche der sie umspülenden Flüssigkeit darzubieten. In den Stromkreis ist ein Galvanometer eingeschaltet, als deren vorzüglichstes ich das von W. A. Hirschmann, Berlin, hergestellte aperiodische Vertikalgalvanometer No. 392 mit der von Sperling angegebenen Skala (auf $^1/_{100}$ Milli-Ampères genau) anraten kann. Die Räume A und B werden beim Beginn des Versuches mit 2 Zinksulfatlösungen von den verschiedenen Konzentrationsgraden p_1 und p_2 gefüllt. Nach einiger Zeit weist das Galvanometer einen geringen, von der Differenz der Konzentrationen beider Lösungen abhängigen Ausschlag auf. Aus den beiden Lösungen des Elektrolyten ist also kinetische Energie freigeworden, die sich in der Form des elektrischen Stromes am Galvanometer kundgiebt. Bringt man in A und B Lösungen organischer Substanzen ein, so weist das Galvanometer keinen elektrischen Strom nach. Die in unserem Versuche erzeugte Elektrizität ist also ein spezifischer Arbeitseffekt der Elektrolyten bei der Osmose und nicht etwa eine Folge der reinen Osmose. Die einzige Quelle dieser kinetischen Energieform kann mithin nur die elektrolytische Dissociation sein.

Die in Figur III schematisierte Versuchsanordnung stellt ein

Dissociations-Element von minimaler Kraft dar. Man nennt eine derartige Zusammenstellung eine Flüssigkeitskette. Ist $p_1 > p_2$, so durchläuft der Strom den Weg A B D G C A, vice versa. Die Theorie der Flüssigkeitsketten ist von Nernst begründet und rechnerisch gestützt worden; man vermag in ihr noch nicht in allen Punkten eine befriedigende Erklärung für das Energieverhältnis der Osmose zur Dissociation zu finden.

Immerhin genügen die bisher bekannten Thatsachen, um analog dem gegebenen physikalischen Experimente eine Erklärung für die im toten Muskel nach bestimmten Gesetzen zirkulierenden elektrischen Strömungen aufzufinden. Bekanntlich konnten bisher derartige galvanische Ströme im lebenden Muskel nicht evident nachgewiesen werden, sodass der physiologische Muskelstrom sich noch als ein der offenen Debatte unterliegendes Problem darstellt.

Das Entstehen elektromotorischer Kräfte im Muskel ist ein Beweis für die Annahme, dass das Muskelserum an ganz bestimmten Punkten gesetzmässig angeordnete Konzentrationsunterschiede aufweist und dass somit die Gesamtheit der Muskelzellen eine den Flüssigkeitsketten analoge Wirksamkeit zu entfalten vermag.

Aus dem Gesetze der Flüssigkeitsketten lässt sich die Annahme als die wahrscheinlichste ableiten, dass nicht das Muskelserum an sich durch seine Konzentrationsdifferenzen in den intercellularen Räumen eine Quelle elektromotorischer Kräfte ist, dass also nicht bei Gelegenheit der reinen Diffusion elektrolytischer Körper die galvanischen Strömungen entstehen, sondern dass durch trennende Membranen eine Anhäufung positiver resp. negativer Jonen infolge osmotischer Prozesse der Elektrolyten ermöglicht wird, d. h. dass jede einzelne Muskelzelle für sich ein galvanisches Flüssigkeitselement darstellt. Die Zellelemente von maximaler Konzentration liegen offenbar in der Verbindungslinie der Muskelpole diesen selbst am nächsten, während die Zellelemente von minimaler Konzentration in der Ebene des Mittelquerschnittes an den peripheren Punkten des Muskels sich vorfinden. (Zikel.) Nur so erscheinen nach den obigen Erörterungen die drei physiologischen Hauptgesetze der galvanischen Strömungsrichtungen im toten Muskel erklärbar:

1. Jeder Punkt des Längsdurchschnittes ist positiv gegen jeden Punkt des Querschnittes.

2. Jeder Punkt des Längsschnittes, der dem Äquator näher liegt, verhält sich positiv gegen einen entfernteren, und
3. Jeder Punkt des Querschnittes, welcher dem Pol näher liegt, verhält sich positiv gegen einen entfernteren.

Wenn die obige, experimentell gestützte, Annahme der Flüssigkeitsketten im Organismus zutrifft, so ist nicht einzusehen, warum derartige physikalische Kraftquellen nicht während des Lebens wirksam sein sollen, umsomehr, da durch vitale Prozesse offenbar die osmotischen und Dissociationsvorgänge ausserordentlich gesteigert sind. Da die zirkulierenden Körperflüssigkeiten wegen ihres Gehaltes an wirksamen elektrolytischen Jonen gute Elektrizitätsleiter sind, so führen sie beständig die angesammelten Mengen der positiven resp. negativen Stromeinheiten fort, sodass erst am toten Gewebe der experimentelle Nachweis elektrischer Ladungen im Organismus erbracht werden kann. Hierfür erscheint die negative Schwenkung des Muskelstromes bei einer artifiziell hervorgerufenen Muskelzuckung als stützendes Moment. Durch die als Zuckung konsequente Kompression wird das Muskelserum in Bewegung gesetzt und so ein experimenteller Nachweis des Muskelstromes erschwert. Dass in der That durch eine Muskelzuckung eine Verringerung der Intensität des Muskelstromes stattfinden solle, lässt sich weder logisch noch im strikten Experimente erweisen (Zikel.) — Wieweit sich diese galvanischen elektromotorischen Kräfte als Ursache oder unterstützendes Moment bei dem Zustandekommen von Organfunktionen beteiligen, lässt sich nicht eher ermessen, als bis die nicht unmögliche, einwandsfreie stöchiometrische Darstellung des Muskelstromes gelungen sein wird.

VIII. KAPITEL.

Osmotische Vorgänge im Organismus.

Den folgenden Betrachtungen ist eine von H. Koeppe aufgestellte Tabelle über die osmotischen Spannungen einiger im Körper gelöst vorkommender Substanzen vorauszuschicken, die ein anschauliches Bild von der differenten osmotischen Energie verschiedener Stoffe darbietet:

Stoff	Formel	M Molekulargewicht	i Dissociations-coefficient	0 Osmotischer Druck in Atmosphären
Salzsäure	HCl	36,5	1,98	1,2
Natron	$N_a(OH)$	40,0	1,96	1,09
Kochsalz	$N_a Cl$	58,5	1,90	0,72
Chlorkalium	KCl	74,5	1,82	0,54
Kaliumsulfat	$K_2 SO_4$	174,0	2,11	0,27
Rohrzucker	$C_{12} H_{22} O_{11}$	342,0	1	0,064
Eiweis	$C_a H_b N_c O_d S_e$	2757,0	1	0,006
„		8848,0	1	0,002

Im Organismus sind eine grosse Menge chemisch verschiedenartiger Substanzen organischer und anorganischer Natur in wässriger Lösung vorhanden und unterliegen kontinuierlichen osmotischen und Diffusions-Prozessen. Ist die Substanzlösung durch eine Zellmembran allseitig abgeschlossen, so bezeichnen wir sie als intracellulare Substanzlösung. Kommuniziert indessen eine Substanzlösung mit einer anderen von verschiedenem Konzentrationsgrade, so nennen wir sie intercellulare Substanzlösung. Intracellulare Substanzlösungen stellen mit Sicherheit Erythrocythen, Leukocyten u. a. dar; intercellulare Lösungen sind Blutserum, Lymphe, Chylus etc. Interstitielle Kommunikationswege der intercellularen Substanzlösungen sind die Lymphspalten, Stomata, die Kreislaufgefässe an sich u. a. Intracellulare Substanzlösungen ermöglichen nur das Zustandekommen osmotischer Prozesse; intercelluläre Lösungen können neben der freien Diffusion auch den Vorgang der Osmose durch Zellmembranen bedingen. Man ersieht hieraus, wie die Osmologie auf das Innigste an die Feststellungen der normalen und pathologischen Anatomie geknüpft ist, indem die Entscheidung der histologischen Thatsachen, ob Kommunikationen zwischen den chemisch differenten Flüssigkeiten des menschlichen Körpers bestehen, grundlegend ist für die osmologische Frage, ob gewisse Prozesse im Organismus (Resorption etc.) Diffusions- oder osmotische Vorgänge darstellen.

Die Wichtigkeit dieser, notwendig in jedem einzelnen Falle zu treffenden, Alternative tritt deutlicher hervor, wenn wir uns bewusst werden, dass bei der Diffusion alle gelösten Substanzen und das Lösungsmittel selbst unbehindert dem freien gegenseitigen Austausche zwischen zwei Flüssigkeiten unterliegen, während bei den osmotischen Prozessen der strenge Unterschied hiervon darin besteht, dass die verschiedenen Membranen des menschlichen

Körpers vermöge ihrer besonderen und eigentümlichen Konstruktion, die ich mit dem Namen der »**spezifischen Membranstruktur**« belegt habe, sowohl für Substanzmoleküle, als auch für das Lösungsmittel nach verschiedenen Richtungen hin völlig different permeabel sind. Die spezifische Struktur der Zellmembranen fordert aber insofern auch das lebhafte Interesse der Osmologen heraus, als durch die Untersuchungen von Maly, Kahn Koeppe u. a. die Thatsache sichergestellt ist, dass gewisse Membranen gegen ganz bestimmte Substanzen weder nach der einen noch nach der anderen Richtung durchgängig sind. Koeppe, der diese Verhältnisse eingehend studierte, erbrachte den Nachweis, dass in der That im Organismus derartige »halbdurchlässige« oder »semipermeable« Wände bestehen, und obgleich wir vorläufig diesen Befund nur auf die Membran der Erythrocyten beziehen dürfen, so erscheint es doch nach allen bisher bekannt gewordenen osmologischen Thatsachen als zweifellos, da jeder einzelne Zellkomplex im Körper eine ganz spezifische Substanzlösung in Bezug auf die Konzentration und die geradezu elektive Mischung gelöster Stoffe enthält, dass der gesamte Organismus völlig der permeablen Wände entbehrt und nur semipermeable Zellmembranen aufzuweisen vermag. Wäre diese Annahme irrig, so müsste irgend ein Zellkomplex vermöge seines Inhaltes nicht nur den gleichen osmotischen Druck wie das alles durchdringende Blutserum aufweisen, sondern er müsste genau dieselben chemischen Verbindungen, genau dieselben osmotischen Partialdrucke, genau dieselben Diluationsverhältnisse wie das Blutserum aufweisen, d. h. kein Protoplasma enthalten. Denn analog dem Virchow'schen Grundsatze der pathologischen Anatomie »Omnis cellula e cellula« müssen wir Osmologen doch von der Prämisse ausgehen »Omnis substantia e sero«, d. h. jede protoplasmatische Substanzeinheit kann primär nur auf dem Wege der Osmose aus seiner einstigen Lösung im Blutserum in das Zellbläschen hineingedrungen sein. Nimmt man nun an, dass im Organismus permeable Wände existieren, eine Annahme, die feindlich der Theorie der spezifischen Zellstruktur widerstreitet, so müssen alle protoplasmatischen Substanzen auf demselben Wege die Zelle solange wieder verlassen können, bis der betreffende Zellinhalt vollkommen identisch mit dem Blutserum ist, d. h. **bis zur Vernichtung des Protoplasmas.**

Die Versuchsergebnisse von Koeppe haben es wahrscheinlich gemacht, dass die Erythrocyten von aussen nach innen durch-

durchgängig für die Jonen des Ammoniums, der Karbonatgruppe und des Chlors, undurchgängig für die Jonen der Sulfatgruppe, sowie des Natriums und Kaliums sind. Die Bestätigung dieser Versuche bleibt abzuwarten, und mir erscheint in der Anwendung der Plasmolyse Pringsheim eine exaktere Untersuchungsmethode gegeben als in dem, von Koeppe benutzten, Hämokriten. — Die Konstruktion derartiger Versuchsreihen empfehle ich in der folgenden Weise vorzunehmen:

Man stelle eine Lösung eines Stoffes her, von dem man weiss, dass er nicht in die Zellmembranen der Erythrocyten eindringt, z. B. Chlornatrium. Die Lösung sei in Beziehung auf ihre osmotische Spannung den angewandten Erythrocyten isoton; das Volumen der letzteren erweise sich also nach unausgesetzter Beobachtung als konstant. Nunmehr stelle man auf stöchiometrischer Grundlage eine beliebige einheitliche Substanzlösung, beispielsweise von Chlorkalium, her, die äquimolekular mit der ersteren Lösung ist. Aus dem Verhalten der Erythrocyten, die quellen, schrumpfen oder die neue Lösung lackfarbig machen mögen, ist alsdann die spezifische Struktur der roten Blutkörperchen in Bezug auf die untersuchte Substanz zu studieren. Eine Volumbestimmung mittelst des Hämokriten erscheint bei diesen Versuchsreihen unnötig. Die Annahme, dass von der reinen Lösung, bei gleichbleibender Konzentration der intracellularen Substanzlösung der Erythrocyten, mehr Wasser in dieselben übergehen könne, als von einer beliebigen isotonen anderen Lösung, ist als irrig zurückzuweisen, da eine derartige Prämisse den Gesetzen der Osmose widerspricht. Andrerseits kann man protrahiert durch Aq. dest. die Erythrocyten auslaugen und das Lösungsmittel alsdann chemisch analysieren. Diese Methode würde mit Sicherheit die Frage beantworten, welche Substanzen exosmotisch die Zellmembran durchdringen können, während die erstere Methode Aufschluss über die endosmotische Permeabilität der Erythrocytenwand geben wird. Von vornherein ist mit Nachdruck an dem Grundsatze festzuhalten, dass alle aus einer Zelle abgeschiedenen Substanzen, sei es, dass sie in Form der Virchow'schen Cellularkapsel eine umkleidende Schicht liefern, sei es, dass sie in Form von substantiellen Krystallen sich an der Aussenseite einer bestehenden Zellmembran ablagern, als exosmotisch permeable Stoffe angesehen und experimentell als solche charakterisiert werden müssen. Diese wichtige Entscheidung wird in vielen Fällen die wahrscheinlichere

Annahme begründen lehren, dass die äussere Schicht mancher Zellgruppen, z. B. der Knorpelzellen, möglicherweise nicht einer Abscheidung e cellula, sondern einer Ablagerung e tero seinen Ursprung verdankt. (Zikel.)

Es erscheint notwendig, die Begriffe Intercellularsubstanz und Extracellularsubstanz nicht zu identifizieren, sondern osmologisch streng auseinander zu halten, solange die rein theoretische ätiologische Verwandschaft beider durch die exakte osmologische Prüfung der spezifischen Permeabilität der Zellenmembranen für die bezüglichen chemischen Verbindungen noch nicht definitiv nachgewiesen ist.

Unter dem Begriffe der Extracellularsubstanz verstehen wir demnach eine streng zum mikroskopischen Zellbilde gehörige Stoffmenge (also gewissermassen den Aussenrahmen des Zellbildes, soweit er durch optische Verhältnisse scharf nach aussen hin begrenzt ist). Unter dem Begriffe der Intercellularsubstanz verstehen wir die für das mikroskopische Zellbild nicht charakteristische, von den Extracellularsubstanzen begrenzte Stoffmenge.

Unter dem Begriffe des mikroskopischen Zellbildes verstehen wir die konstant wiederkehrende, charakteristische anatomische Zellform, gleichgültig, ob die ausserhalb des Primordialschlauches gelegene, scheinbar der Zelle selbst angehörige, scharf begrenzte Umgebung, die das Zellbild vervollständigt, zum strengen Begriffe der Zelle gehört oder nicht. (Zellbild = Zelle + Zellkapsel etc., dagegen nicht + Intercellularsubstanz im weiteren Sinne.)

Von hervorragendem Interesse für die Beobachtung der osmotischen Prozesse im normalen Organismus sind die Resorption der Nahrungssalze und die Salzsäurebildung im Magen. Es ist erwiesen, dass der Magen der bevorzugte Ort der Aufnahme der Nahrungssalze ist, denn schon nach kurzer Zeit nach erfolgter Nahrungszufuhr, bevor also ein Übergang des Chymus in den Darm statthaben kann, lässt sich meist eine nicht unwesentliche Erhöhung der molekularen Konzentration des Blutes und ein gesteigerter Chlornatriumgehalt desselben nachweisen. Die spezifische Zellstruktur der Magenwand ermöglicht ein exosmotisches Austreten der Nahrungssalze in das Blut hinein und ein endosmotisches Eintreten von Wasser aus dem Blutserum in die Magenhöhle. In der That finden, wie die analytischen Forschungen von Merings

und die Hämokritversuche H. Koeppes u. a. gezeigt haben, beide osmotischen Gegenströmungen bis zum streng physikalisch-gesetzmässigen Ausgleich der molekularen Konzentration von Chymus und Blutserum nebeneinander statt. Indessen sind bei diesen Vorgängen aus Gründen der anatomisch noch nicht völlig ausschliessbaren Kommunikationen zwischen beiden Substanzlösungen auch Diffusionserscheinungen von einigen Autoren, meiner Ansicht nach mit Unrecht, angenommen worden. Allerdings sind histologisch keine offenen Verbindungswege zwischen Serum und Chymus nachgewiesen worden, aber man hat sich in neuerer Zeit wieder der Frage zugewandt, ob die mikroskopisch erkennbare Wand identisch sei mit der osmotischen Durchtrittsmembran der Magenwand, oder ob diese möglicherweise eine auf- oder angelagerte Schicht eines chemischen Substrates darstelle. Die Experimentaluntersuchungen von Merings haben den Nachweis erbracht, dass Wassermoleküle die Magenwand nach innen, nicht aber nach aussen zu durchdringen vermögen, ein Beweis für die streng spezifische Membranstruktur der Magenwandzellen und ihrer Intercellularsubstanz. Weiterhin hat sich die Magenwand als undurchgängig für freie Chlor-Jonen gezeigt, während Natrium- und Wasserstoff-Jonen bei geeigneten elektrischen Ladungsverhältnissen frei hindurchzuwandern vermögen. Auch das freie Jon der Hydroxylgruppe und das ungespaltene Chlornatriummolekül treten auf dem Wege der Osmose frei durch die Magenwand hindurch.

Da im Blute freie Wasserstoff-Jonen neben Hydroxylion-Jonen zirkulieren und sich cumulativ in das Innere des Magens hineinbewegen, so lässt sich theoretisch und experimentell aus ihrer Anwesenheit und dem Bestehen von freien Chlor-Jonen im Mageninneren die Entstehung von ac. hydrochloric. herleiten. »Der Entstehungsort der Salzsäure ist hiernach nicht die Drüsen»zelle, sondern die Drüsenwand, vermöge ihrer spezifischen »Eigenschaft als semipermeable Wand (»spezifische Membran»struktur« nach H. Zikel), freien Chlor-Jonen den Durchgang zu »versagen, freien Hydrogenium-Jonen in entgegengesetzter Richtung »(vom Blute her) zu gestatten. Notwendig für das Entstehen der »Salzsäure ist ein Absonderungsreiz: dieser besteht in der An»wesenheit freier Chlor-Jonen auf der Innenseite der Magenwand. »(Elektrische Attraktion, Anm. d. Verf.)« Maly hatte in ähnlicher Weise die Entstehung der Salzsäure im Magen als Produkt rein

physikalischer Prozesse, nicht der lebendigen Zellthätigkeit, hergeleitet.

Der von J. Munk gegen die Malysche Theorie erhobene Einwand, es wäre nicht recht einzusehen, warum nur im Magen, in den Nieren und in den Schweissdrüsen bei der Diffusion chemische Zersetzungen stattfinden, nicht aber in den Thränen- und Speicheldrüsen, dem Pankreas etc., erscheint hinfällig mit der neueren Annahme einer spezifischen Membranstruktur, die mit grosser Sicherheit nach jeder Richtung hin experimentell gestützt worden ist. — V. Mering und Hitzig haben weiterhin den Nachweis geführt, dass bei Chlormangel im Magen keine Salzsäure entstehen konnte, trotzdem ein Absonderungsreiz für die Magendrüsen in der Anwesenheit von chlorfreier Nahrung nach der Anschauung der älteren Autoren bestand. Cohn hat diese Theorie der Salzsäurebildung im Magen vermöge osmotischer Prozesse dadurch wahrscheinlicher gemacht, dass er durch ein anderes Chlorsalz, z. B. Chlorcalcium die Salzsäurebildung hervorrufen konnte. Jaquet hat weiterhin gezeigt, dass intravenöse ac. hydrochl. — Injektion keine Säureabscheidung im Magen erzeugt. Aus diesen wichtigen Thatsachen lernen wir demnach die praktische Erfahrung richtig würdigen, dass man bei chlorfreier Nahrung infolge mangelnder Salzsäuresekretion buchstäblich verhungern, bei chlorarmer Nahrung Inanitionszuständen anheimfallen kann. Malys Theorie, die zuerst die Salzsäurebildung auf osmotische Prozesse hingeführt hat, erscheint indessen gegenüber der korrekteren, oben entwickelten Theorie v. Merings unhaltbar, da sie die Säurebildung dem Blute selbst infolge der Massenwirkung des Kohlendioxydes zuschreibt und erst die fertig gebildete Säure permëieren lässt.

Die Osmologie muss demnach auf Grund gesicherter Versuchsergebnisse die bisherige Anschauung der Ärzte als irrig zurückweisen, als ob die anorganischen Salze, besonders das Chlornatrium, unverändert den Organismus durchwandern; Osmose und Dissociation sind die beiden Prozesse, in denen wir die Beweise der neueren grundlegenden Anschauungen zu erblicken vermögen.

Eine fruchtbare Entwickelung der osmologischen Erkenntnisse ist mit Sicherheit auf einer neuen Methode zu basieren, die ich mit dem Ausdrucke des membranologischen Verfahrens bezeichnen und an dieser Stelle der allgemeineren Kenntnis zugänglich machen möchte. Diese einfache Methodik, die sich vorzüglich zum Studium

der spezifischen Membranstruktur der menschlichen und tierischen Organe eignet, besteht darin, dass in einem, durch straffe Federung spannenden Metallrahmen eine organische Membran, z. B. Magen- oder Vesikalschleimhaut u. a. eingespannt und (unbedingt wasserdicht) als Scheidewand zwischen zwei Substanzlösungen zum Zwecke osmotischer Untersuchungen eingesetzt wird. Die Membranen müssen unbedingt stets frisch sein, da sich die Thatsache ergeben hat dass sich die spezifischen Membranstrukturen im Tode ändern. Zu beobachten ist die Permeabilität und die Permeationsrichtung gewisser Substanzen. Naturgemäss sind die Membranen vor Beginn des Versuches durch geeignete Präparationsmethoden zu reinigen, von denen ich bisher das Auswaschen in 10 % Chlornatriumlösung für die geeignetste halte. Der chemischen Analyse der Substanzlösung soll stets die analytische Untersuchung des Auslaugewassers vorhergehen, damit die in der Membran selbst enthaltenen Stoffe qualitativ in Betracht gezogen werden können. Membranologische Versuche im lebenden Organismus haben Maly, v. Mering u. a. angestellt. Das bisher übliche Verfahren des Durchleitens von Flüssigkeiten durch herausgeschnittene Organe lässt ebenfalls, wenn auch im beschränkteren Masse und nicht völlig einwandsfrei, membranologische Schlussfolgerungen zu. —

IX. KAPITEL.

Osmologische Cellularpathologie.

Unter dem Begriffe der osmologischen Cellularpathologie oder der »Osmologie der Zelle« verstehen wir die Lehre von den pathologischen Änderungen der spezifischen Zellmembran-Struktur und ihren Konsequenzen. Die Basis der osmologischen Cellularpathologie bilden vornehmlich die anatomische Cellularpathologie und die exakten Naturwissenschaften. Während die anatomische Cellularpathologie in erster Linie das Bild einer Organzelle in seinen verschiedenen Strukturverhältnissen im normalen Zustande und bei den verschiedenen Krankheitszuständen betrachtet und aus den charakteristischen Veränderungen dieses optischen Zellbildes diagnostische Schlüsse zieht, sucht im Gegensatz hierzu die osmologische Cellularpathologie aus den

charakteristischen Funktionsänderungen der Zelle bei den verschiedenen Krankheitszuständen graduell-diagnostische und therapeutische Schlussfolgerungen direkt herzuleiten. Das wissenschaftliche Instrumentarium des anatomischen Pathologen ist ausschliesslich das Mikroskop, die Färbe- und die Züchtungsmethodik im Glase und am Tier; das wissenschaftliche Instrumentarium des Osmologen ist das Pektoskop, die modifizierte Plasmolyse, die membranologische, die biologische und die physikalisch-chemische Methodik. Der Anatom betrachtet die sinnlich wahrnehmbaren Veränderungen des Zellkörpers, die ihn als solche interessieren; der Osmologe sucht mehr in die Erkenntnis der molekularen Verhältnisse des Zellinnern (Intracellularsubstanz) und der Intercellularsubstanz auf Grund exakter Schlussfolgerungen aus dem osmologischen Experimente einzudringen. Dem Anatom genügt der optische Nachweis gewisser chemischer Substanzen in und ausserhalb der Zelle, der Osmologe aber sucht sich Rechenschaft darüber zu geben, **woher diese Substanzen stammen,** vornehmlich aber, **wie ihr Verhältnis bei ganz bestimmten Krankheiten sich gestaltet.** Der Osmologe sucht also die Erfahrungen des Anatomen zu verwerten, zu erweitern und dessen Schlussfolgerungen zu prüfen und zu berichtigen. Wir werden im Folgenden den Nachweis zu erbringen haben, dass Vieles scheinbar Gesicherte in den Deduktionen des pathologischen Anatomen im Lichte der Osmologie schwankend und zweifelhaft erscheint, — dass vieles, was der Anatom für ein Abscheidungsprodukt einer Zelle selbst hält, durch die osmologische Forschung als exosmotisch durchwanderungsunfähig für die betreffende Zellmembran erkannt worden ist u. s. f.

In den Vordergrund des anatomischen Interesses tritt das Studium des festkonstruierten organischen Gefüges; den Osmologen interessiert einzig und allein die, nicht direkt als Stützwerk gefügte, chemische Substanz an sich, ihre molekulare Konzentration, ihre chemische Konstitution, vornehmlich aber ihr molekulares Permeationsvermögen durch die spezifische Zellmembran und ihre Permeationsrichtung durch dieselbe. Der anatomische Begriff der Funktion einer Zelle ist ein äusserst weitgehender, demnach erscheint die Zelle als Baustein, als nutritives, als formatives Element u. s. f. Die osmologische Anschauung der Zellfunktion dagegen ist eine streng einheitliche, strikte, insofern sie vollkommen von der Bestimmung der Zelle absieht und nur ihre messbare Arbeitsfähigkeit und Arbeits-

leistung, d. h. ihre potentielle und entfaltete kinetische Energie dem Studium unterwirft. Wir bestimmen die Funktion einer Zelle nicht aus ihrer Grösse, ihrer Form, ihren Formänderungen, nicht aus ihrer optischen Qualität, noch allgemein aus ihrer chemischen Qualtität, sondern wir ermessen ihre *Funktionsfähigkeit*, d. h. die in ihr ruhende, ständig wechselnde, potentielle *Fähigkeit* zur etwaigen Entfaltung von Energie aus der im Zellleibe enthaltenen Gesamtzahl an Molekülen, deren relativen Wert wir durch das Pektoskop messen und aus der Summe der gesamten Molekulargewichte der einzelnen Substanzen; in gleicher Weise stellen wir die wirkliche *Funktion* der Zelle fest aus der Differenz der ausgegebenen *minus* der eingenommenen Energie, wobei wir diese beiden gleichartigen, nur in der Kraftrichtung differenten kinetischen Energieformen stets durch den Quotienten aus Molekülzahl und Summe der Molekulargewichte der permeierenden Einzelsubstanzen darstellen. Demnach ist die Funktion einer Zelle:

Formel VIII.
$$\Omega = \Omega_a - \Omega_i = \frac{m_{a_1} + m_{a_2} + \dots}{M_{a_1} + M_{a_2} + \dots} - \frac{m_{i_1} + m_{i_2} + \dots}{M_{i_1} + M_{i_2} + \dots}$$

und ihre potentielle Energie oder ihre *Fakultät*: (facultas laborandi, ihre Fähigkeit, nach aussen hin zu arbeiten; ihre *Arbeitsfähigkeit*) zu einem bestimmten *Zeitpunkte*:

$$F = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{M_1 + M_2 + \dots}$$

Ω = (kinetische) **Zellfunktion** = abgegebene minus aufgenommene Energie = $\Omega_a - \Omega_i$

m_{a_1} =, m_{a_2} =, etc. — Molekularmengen der von der Zelle abgegebenen Einzelsubstanzen

m_{i_1} =, m_{i_2} =, etc. — Molekularmengen der von der Zelle aufgenommenen Einzelsubstanzen

M_{a_1} =, M_{a_2} =, etc. — Molekulargewichte der abgegebenen Einzelsubstanzen

M_{i_1} =, M_{i_2} =, etc. — Molekulargewichte der aufgenommenen Einzelsubstanzen

F = (potentielle) Zellfakultät = Energie*fähigkeit*

m_1 =, m_2 =, etc. — Molekularmengen der in der Zelle enthaltenen Einzelsubstanzen

M_1 =, M_2 =, etc. — ihre Molekulargewichte

Bezeichnet man mit dem Zeichen Σ die Summe der gleichartigen Begriffe, so ist:

Formel IX.

$$\Omega = \frac{\Sigma m_a}{\Sigma M_a} - \frac{\Sigma m_i}{\Sigma M_i}$$ und

Formel X.

$$F = \frac{\Sigma m}{\Sigma M}$$

Es ergiebt sich aus der Darstellung dieser Formeln, dass man Ω mit Vorteil als osmotische Funktion, F als osmotische Fakultät der Zelle bezeichnen wird, indem, wie bei nahezu allen Aufstellungen der osmologischen Stöchiometrie, die Funktion nur als Abgabe resp. Aufnahme von Molekülen durch eine einzige oder einheitliche Zellmembran hindurch, inklusive der Dissociation, die in der entsprechenden Erhöhung des Faktors m ihren Ausdruck findet, aufgefasst wird. Denn obgleich der Einwand erhoben werden kann, dass Wärme, Elektrizität, Entwickelung mechanischer Kraft und Bewegung im strengen Sinne doch auch Teilfunktionen der Zelle sind, so werden wir uns dennoch solange an die messbaren Funktionserscheinungen der Zelle, nämlich an die osmotische Spannung und die Dissociation, halten müssen, als das Wesen dieser übrigen Funktionen uns bislang völlig unerschlossen und unaufschliessbar erscheint. Eine mechanische Definition der Funktion haben wir nur beim Herzen und den Skelettmuskeln ableiten können, niemals aber wird es voraussichtlich gelingen, zu sagen, wie gross die von einem Einzelorgan produzierte elektrische Intensität oder Spannung, wie gross ihre Wärmeproduktion im einzelnen sei, während wir sehr wohl die von einem bestimmten Organe erzeugten osmotischen Spannungsverhältnisse experimentell zu studieren befähigt sein werden. Soweit ergiebt sich die wissenschaftliche Auffassung, die osmologische Theorie als wohl haltbar; für die Praxis lässt sich der angenommene Standpunkt bei weitem leichter verteidigen. Wir können keine **physikalischen** Veränderungen irgend welcher Art, mögen sie Wärme oder Elektrizität u. s. f. betreffen, im Organismus feststellen, ohne dass wir für die **osmotischen** Verhältnisse im einzelnen Organe oder im gesamten Körper eine verhältnismässige Funktionsänderung konstatieren. Im Fieber sowohl als bei kachektischen und letalen subnormalen Temperaturerniedrigungen

sind die molekularen Konzentrationen der Körperflüssigkeiten oft in ganz charakteristischer Weise verändert. Hieraus ergiebt sich ohne weiteres die wichtigste Aufgabe der Osmologie und deduktiven Osmotherapie: Wir suchen die osmologischen Verhältnisse der einzelnen Zellkomplexe resp. Organe im normalen und spezifisch pathologisch veränderten Zustande zu studieren, zu messen und durch Osmotherapeutika zu korrigieren. Man denke sich diese hohe und der gesamten Lebensarbeit würdige Aufgabe nicht als allzu ideale, d. h. unerreichbare. Die Untersuchungsreihen von v. Moraczewski und A. v. Korányi haben gezeigt, dass Krankheiten, als deren stete Begleitsymptome osmotische Spannungsänderungen mit Evidenz nachgewiesen sind, wie Herzkrankheiten, durch anerkannte Osmotherapeutika, wie sie Sauerstoff und Chlornatrium etc. darstellen, in vorteilhafter Weise korrigiert werden können. Ich selbst habe durch einige wenige, aber durch die nahezu typische Gesetzmässigkeit ihres Verlaufes zweifellos hierhergehörige Fälle die Bestätigung meiner Annahme gesehen. Man ist nicht berechtigt, aus rein logischen Ableitungen her eine direkte physiologische Kochsalzwirkung anzunehmen; der erhöhte Eiweisszerfall erscheint gemäss den bekannten, experimentell gesicherten Thatsachen als sekundäre Folge der Erhöhung der Diffusionsgeschwindigkeit des Eiweisses, die infolge der spezifischen Membranstruktur im Organismus und der Gegenwart gelösten Chlornatriums unzweifelhaft grösser ist als durch die getrocknete tierische Membran, und als Folge der osmotischen Spannungserhöhung, die das Kochsalz durch sein hohes Dissociationsvermögen bedingt. Die verschiedenen grossen Erfolge und ebenso grossen Enttäuschungen, bei so wichtigen Osmotherapeuticis, wie sie im Sauerstoff und im Chlornatrium gegeben sind, rühren sicherlich daher, dass man, unbeachtet der völlig differenten osmotischen Spannungsverhältnisse in den verschiedenen Krankheitszuständen und bei verschiedenen Konstitutionen etc. durch rein empirische, unzweckmässige Dosierung unbewusst die physikalischen Verhältnisse oft noch mehr von der Norm entfernte, zuweilen aber natürlich zufällig oder empirisch der Norm näherte, während die Osmotherapie als erste und wichtigste Regel die Forderung aufstellt, dass jeder einzelne Fall **individualisierend** auf seine physikalischen Druckverhältnisse hin erwogen und experimentell

abgemessen und dann erst mit der stöchiometrisch exakt bestimmten Dosis des für den betreffenden Fall geeigneten Osmotherapeutikums behandelt werden soll. **Wir führen durch osmologische Untersuchung und consequente Behandlung die physikalischen und chemischen Verhältnisse der erkrankten Zellpartieen zur Norm zurück und erwarten von dieser Therapie die Herstellung der physiologischen Verhältnisse durch die vis naturae.** (Zikel.) — Dieses wichtige Prinzip umfasst das Glaubensbekenntnis des Osmologen. In der That stehen der Osmologie weitaus höhere Aufgaben zu, als die, vor einer unkorrekten Nierenoperation zu warnen (wenngleich schon diese einzige Aufgabe nach den geradezu tragischen Darstellungen nahezu ausnahmslos letaler Nierenoperationen, wie sie Richter und Casper aus der Litteratur zusammengestellt haben, sie zur unentbehrlichen ärztlichen Disziplin stempeln), und wir müssen den Ruhm, als Erster die Bedeutung der Osmologie für die gesammte Medizin erkannt zu haben, A. v. Korányi zusprechen. Das Prinzip der Osmotherapie ist indessen innig mit den Grundlehren des hervorragendsten Vertreters der modernen physikalischen Therapie, des Ernst v. Leyden, den wir als unseren Lehrer verehren, verknüpft, unter dessen Ägide auch die Sauerstofftherapie wieder der deutschen Wissenschaft zurückgewonnen wurde (Michaelis).

Wenn wir die Energieformeln IX und X in ihrer Bedeutung für den osmologischen Zellbegriff genauer studieren, so ergiebt sich, dass in der That die potentielle und kinetische Energie einer Zelle, von denen wir die letztere als ihre Funktion bezeichnen, in den gegebenen Gleichungen einen mathematischen Ausdruck zu finden vermochten. Denn indem wir die potentielle Energie der Zelle osmologisch als ihre osmotische Spannung und hier kinetische Energie als die im Organismus wirksam zur Entfaltung gelangende osmotische Kraft annähernd messen können, wobei demnach die osmotische Spannung an absolutem Werte die osmotische Funktion bei weitem übertrifft, da die letztere nur eine Teilerscheinung der ersteren ist, gelangen wir zu einer anschaulichen Vorstellung, in welchem Verhältnis die Funktionen, die wir am Organismus in so überaus komplizierter und mannigfaltiger Weise als Arbeitserscheinungen sehen, auf die einzelnen Zellen resp. Zellkomplexe verteilt sind. Wir dürfen in der osmologischen Betrachtungsweise die Funktion einer Zelle nicht nach der Be-

deutung ihrer Abscheidung als Nutritionsmittel, als Sekret, Exkret etc. ermessen, wie es der pathologisch-anatomischen Anschauungsweise sehr wohl zukommt, sondern wir müssen die Funktion einer Zelle ausschliesslich als ihre nach aussen hin wirksame molekulare Arbeit, zusammengesetzt aus der entwickelten osmotischen Kraft und den Wegen der Molekülen, darstellen, gleichwie der Maschinenarbeiter mechanisch nach gegebenem Schema und mit gegebenen Mitteln die Einzelteile einer Maschine formt und zusammensetzt, aber die Wirksamkeit ihres Mechanismus nach dessen Combination nicht dauernd überwacht. So schafft die Zelle aus ihrem verfügbaren Material das Sekret, das nicht so sehr durch den spezifischen Zellinhalt, als vielmehr durch die spezifische Permeabilität der Zellwand für ganz bestimmte Stoffe (spezifische Membranstruktur) zum spezifischen Sekrete wird, und trägt nicht weiter Sorge darum, soweit seine Arbeit durch Hinausschaffung des Molekularkomplexes aus dem Zellinnern verrichtet ist, was aus dem gelieferten Sekrete wird, ob es verdaut oder ernährt, ob es zum nützlichen Zwecke verwandt wird, oder zur Ausscheidung gelangt. Die Funktion der Leber besteht nur in der Abscheidung einer spezifischen Substanzlösung, der Galle; die Thätigkeit der Galle bei der Verdauungsaktion hat nichts mit der Leberfunktion zu thun. Man soll sich demnach wohl hüten, die Bestimmung eines Organes im weiteren Sinne mit seiner Funktion zu identifizieren.

In den beiden Formeln X und XI bezeichnet m die Gesamtzahl der solubilen Moleküle des Zellinnern, d. h. derjenigen Moleküle, welche teils in aktionsfähiger Form im Zellinnern vorhanden sind, plus denjenigen Molekülen, welche zwar inaktiv nur das Zellgerüst zusammensetzen, also nicht im Protoplasma oder Kerninnern gelöst sind, die aber durch gewisse Einschmelzungsprozesse in eine lösbare, osmotisch wirksame (aktive) Molekularform späterhin übergeführt werden können. Den Osmologen interessieren also nicht Kern, Stroma, Kernkörperchen als solche, sondern nur insofern, als sie solubile, d. h. gelöste oder lösbare Moleküle enthalten. Von der Zellmembran erfordert nicht die Form, nicht die möglicherweise chemische Substanz derselben die Aufmerksamkeit des Osmologen in erster Reihe, sondern von höherer Wichtigkeit erscheint die spezifische Zellmembranstruktur, d. h. ihre **Permeabilität** und **Permeationsrichtung** für gegebene Substanzen. In gleicher Weise bezieht sich der Faktor M der beiden

Energieformeln nur auf diejenigen Substanzen, welche solubil dem Zellinnern angehören.

Es erscheint von vornherein klar, dass man niemals die Funktion oder Fakultät einer Einzelzelle wird bestimmen können, wenn ihre völlige Isolation zur Unmöglichkeit wird. In Betracht kommen demnach für die Energiebestimmung nur Erythrocyten, Leukocyten, Lymphocyten und Eiterkörperchen, und keine Wissenschaft erscheint in so vollkommener Weise berufen, die Identitätsfrage bezüglich der letzteren drei Zellformen korrekt durch die Fakultät- und Permeabilität-Bestimmung zu lösen. Bei den Organen ist eine innere Durchwässerung per vasa und demnächst das durch ein besonders konstruiertes Mikrotom ermöglichte Herausschneiden eines Parenchym-Zellkomplexes von 1 ccm Volumen zum Zwecke der spezifischen Fakultäts-Bestimmung in 1 l destillierten Wassers vorauszuschicken. Nach einem 24-stündigen Auslaugen des Gewebsteiles, der häufig durch Hornlöffel innerhalb des Untersuchungsgefässes exprimiert werden muss, wird die Lauge kryoskopiert und sorgfältig analysiert. Zunächst sind die normalen Befunde für Alter, Geschlecht und Entwickelung des Sezierten festzustellen. Wichtig ist in diesem Falle auch die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der Lauge zum Zwecke der Jonen-Bestimmung. Alsdann erscheinen isolierte pathologische Herde der gleichen Untersuchung würdig. Derartige Untersuchungsreihen ergeben empirische spezifische Fakultätsbestimmungen, aus denen in erster Reihe therapeutische, in zweiter Reihe graduell-diagnostische Schlussfolgerungen gezogen werden können. —

Die oft umstrittene Frage, welche Rolle der Entwickelung der Intercellularsubstanz zuzuschreiben sei, wird durch die Osmologie neu belebt, obgleich die neuere Zeit diese Frage ausser Debatte gestellt hat, gleichsam als ob sie endgiltig entschieden sei. Henle glaubte, dass Zellen aus der sog. Intercellularsubstanz entstehen könnten und bezeichnete sie demnach als Cytoblasten. Schultze hielt sie für ein umgebildetes Protoplasma; beide Autoren schrieben ihre Entwickelung demgemäss einer Ursubstanz, dem Protoplasma, zu. Im Gegensatz hierzu hat Virchow aus der Thatsache, dass die Intercellularsubstanz später als die Zellen sichtbar wird, den Schluss gezogen, dass sie ein Sekret der Zellen sei. Nach Virchow ist demnach jedwede Zellmembran, ausser den Epithelwänden, exosmotisch permeabel für die in der Intercellularsubstanz nachzuweisenden Stoffe. Der osmologischen Untersuchung

allein wird die strikte Entscheidung dieser Thatsache zuzusprechen sein. Wird die moderne anatomische Anschauung dieser Verhältnisse, wie sie durch Virchow begründet ist, als ungenau dargethan, so wird damit auch der grundlegende Begriff der Zellterritorien hinfällig. Mir erscheint die Annahme, dass nur ein Teil der Intercellularsubstanz dem Zellinnern, ein anderer dem Blutplasma entstammt, als die wahrscheinlichste und die Theorie der Zellterritorien bestätigende; doch werden erst spätere Untersuchungen sicheres Licht in diese Frage bringen.

Virchow glaubt, dass die Zellkapsel ausgebildeter Knorpel das jüngste Sekret der Intracellularsubstanz darstelle. Wenn schon die Jodreaktion teilweise dieser Angabe widersprechen könnte, indem Jodzusatz die Kapsel und Intercellularsubstanz fast gleichmässig gelb, den Zellinhalt dagegen rot färbt, so bleiben doch weitere entscheidende Untersuchungen auf diesem fruchtbaren Gebiete abzuwarten. Die chemische Differenz der verschiedenen Arten der Bindesubstanz ist aus den Dissoziationsprozessen (Spaltung in Jonen, die sich anderweitig verbinden können), welche osmotische Vorgänge im Organismus stets begleiten, zu erklären und spricht weder für die eine, noch für die andere Annahme. Die Thatsache, dass Schleim- und Bindegewebe sich direkt in Fettgewebe, und Knorpel- resp. Knochengewebe sich in fetthaltiges Mark umzuwandeln vermag, während die Zellen dieser Gewebe kaum chemisch nachweisbare Veränderungen bei derartigen Umwandlungsprozessen aufweisen, scheint ausserordentlich zu Gunsten meiner Annahme zu sprechen, dass die Zellen selbst nur geringen Anteil an den Permeationsvorgängen der Intercellularsubstanz nehmen. Übrigens weisen die Colloide im Organismus ein osmotisch weitaus günstigeres Verhalten als in vitro auf; da sie im Blute selten nachweisbar sind, so ist ein stärkerer Zerfall, eine erhöhte Jonenbildung infolge der spezifischen Wandstrukturen gegen das Blut hin anzunehmen, der bei der Remeation die Wiedervereinignng zu den früheren oder zu neuen chemischen Verbindungen, je nach dem normalen oder spezifisch pathologisch veränderten Strukturzustande der Wand, folgt; hierbei mögen auch gewisse physiologische vorübergehende Strukturänderungen (bei Panniculusbildung u. a.) eine vorläufig noch ungekannte Rolle spielen. Bei anastomosierenden Bindegeweben ist den Diffusionsvorgängen eine wichtige Rolle zuzuweisen.

Für die Theorie der spezifischen Zellstruktur spricht die That-

sache, dass glatte und quergestreifte Muskelfasern, denen im Organismus eine so völlig differente Bestimmung zukommt, nahezu gleiche chemische Befunde der Intracellularsubstanz ergeben. (Brücke, Sigmund, Lehmann). Mit der Zunahme der fettigen Degeneration der Primitivbündel schwindet die kontraktile Substanz, indessen ist dieser Befund wohl kaum ein Beweis für einen direkten chemischen Umsetzungsprozess, sondern vielleicht eher eine Folge end- und exosmotischer Dissoziationsvorgänge, da meiner Beobachtung nach auch die mikroskopische Färbungsreaktion der umgebenden Intercellularsubstanz sich ändert. Auch hier vermag die osmologische Untersuchung weiterhin entscheidenden Aufschluss zu bringen.

Jede Erkrankung einer Zelle oder eines Zellkomplexes bedingt eine spezifische Strukturänderung derselben. Tritt die Strukturänderung in der Weise ein, dass zu ungehöriger Zeit eine der Zeit nach zurückliegende Bildung entsteht, dass beispielsweise in der Pubertät ein embryonales Gebilde auftritt, so spricht man von regressiver Strukturänderung; eilt die Bildung dem Alter des Patienten voraus, so bezeichnet man das Verhalten der Zellwände als progressive Strukturänderung. Vertritt eine Gewebsbildung an ungehöriger Stelle eine andere, so nennt man dies eine allotrope Strukturänderung. So vermag sich Knorpel in Schleimgewebe, dieses in Fettgewebe oder sogar in Knochengewebe umzuwandeln. Für derartige Prozesse sind zwei Bedingungen erforderlich:

1. die sekundären Stoffe müssen fertiggebildet herbeiwandern oder durch herbeigewanderte Jonen oder durch Spaltung sich neubilden,
2. die Strukturverhältnisse für die molekularen Wanderungen müssen für das sekundäre Produkt günstige sein.

Die Bildung der Haare und Federn setzt eine spezifische Membranstruktur, die Umbildung des Knorpels in Knochen eine progressive Strukturänderung voraus.

Die Thatsache, das pathologische Neubildungen stets ein Prototyp in physiologischen Geweben zu besitzen scheinen, eine Theorie, die von Virchow fast allein gegen eine widerstreitende Gegnerschaft siegreich durchgekämpft worden ist, spricht dafür, dass die Strukturänderungen, wie wohl erwartet werden muss, nur begrenzt in ihrer Mannigfaltigkeit sind.

Interessant ist eine Bemerkung von Rudolf Virchow, dessen umfassender Geist weit seiner Zeit vorauseilt, die fast die moderne Theorie der spezifischen Zellstruktur vorahnend zu stützen scheint: »Die Epithelialzellen der Niere sind demnach von den Capillaren »getrennt durch die tunica propria und eine Bindegewebslage, »und die Blutflüssigkeit muss, um zu den Epithelzellen Säfte ab»geben zu können, nicht nur die Capillarwand, sondern auch die »genannten zwei Septa durchdringen, deren Zustände natürlich »nicht ohne Bedeutung für die Möglichkeit dieser »Durchdringung sein können.«

So sehr wir auch die unvergleichlich hohen Verdienste Virchows um die anatomische Cellularpathologie anerkennen, so sehr sträuben wir uns gegen den nicht präzisierbaren Begriff der »Anziehung« zum Zwecke einer »Spezialverteilung der ernährenden Säfte auf die einzelnen zelligen Bezirke in gleichmässiger und dem jeweiligen Bedürfnisse entsprechenden Weise. Eine solche Anziehung kann durch keine irdische Kraft verwirklicht gedacht werden, und die Ungenauigkeit der Definition neuerer Autoren entspricht der unklaren Vorstellung, die mit dem Begriffe einer solchen spezifischen Anziehung verbunden sein muss. Wir haben dieser wichtigen Betrachtung die physikalische Abhandlung des gesamten folgenden Kapitels gewidmet, um die Frage der vitalen Thätigkeit von Zelle und Gewebe durch streng physikalische, wohlbekannte Thatsachen thunlichst zu ersetzen.

Auf welche Weise man auch durch die Thatsachen der exakten Naturwissenschaft diese hypothetische spontane »Anziehung« der Gewebe zu erklären sucht, überall stellen sich irrige Schlussfolgerungen heraus, die fast an die bizarren philosophischen Dogmen des siebzehnten Jahrhunderts erinnern können. Die modernen Anatomen erklären diese Anziehung als eine »chemische Verwandtschaft der Gewebe zu gewissen Stoffen«. Ist denn die Thatsache nicht ein Gegenargument, dass die chemische Affinität eine Attraktionskraft der Moleküle, eine nur in molekularen Interstitien wirksame Kraft ist, die niemals auf optisch nachweisbare Entfernungen hin zu wirken vermag? Vermag eine molekulare Attraktion überhaupt, sei sie chemischer, elektrischer oder beliebiger Natur, durch eine indifferente Membran hindurch zu wirken? Wenn wir die moderne Anschauung dieser Verhältnisse verlassen, um den älteren Autoren Recht zu geben, so sind wir uns wohl bewusst, dass wir mit neuen, exakteren Mitteln

den Kampf der Osmologie gegen das vitale Prinzip von neuem aufnehmen können, der von der Schule der neueren pathologischen Anatomen durch Hypothesen, die der Analogie in der Gesammtheit der exakten Wissenschaften entbehren, niedergedrängt worden ist. Wir wissen, dass Wassermoleküle die Wände der Gefässe zu durchdringen vermögen, wir wissen, dass solubile Moleküle diese Wände mit wechselnder Leichtigkeit durchsetzen; wir wissen aber auch, dass diese molekularen Permeationen niemals normal zu einer Überschwemmung der Gewebe, zu einer Benachteiligung einzelner Zellkomplexe durch reichlichere Nutrition günstiger gelegener Gewebsgebiete gemäss den bisher studierten Gesetzen stattfinden kann, weil infolge der Regelung der osmotischen Partialdrucke nur diejenigen Substanzen in reichlicherem Masse auswandern, die in der That von den einzelnen Geweben im höheren Masse entbehrt werden, die also in den Geweben einen partialen Unterdruck gegenüber dem partialen Überdrucke innerhalb des Gefässlumens gegen die Gefässwände ausüben. Eine Eiweisslösung wird niemals aus den Blut- oder Lymphgefässen herauswandern, wenn das Gewebe in relativ weiter Umgebung gesättigt mit solubilem Eiweiss ist; wenn dagegen ein starker Eiweissverbrauch durch physiologische oder pathologische Prozesse eintritt, so steigert sich in dem Masse des Eiweissmangels in den Geweben die ausgeschiedene Eiweisslösung aus den Gefässen infolge der partiellen lokalen Hyposmose. Der osmotische Partialdruck vermag demnach nach jeder Hinsicht hin die Ernährungsverhältnisse der Gewebe vollständig aufzuklären, umsomehr, wenn man bedenkt, dass osmotisch in feuchten Medien wandernde Moleküle ganz gewaltige Wegstrecken zurückzulegen vermögen (Versuche an schwammigem Gewebe, kapillaren Stoffen, Infektionsbefunde u. a.). Allerdings empfangen die den Gefässwänden nächstliegenden die erste und zunächst reichlichste Substanzlieferung, aber sie selbst versorgen alsdann die entfernter liegenden Partien als feuchte Medien, die ausserordentlich günstige Diffusionsverhältnisse darbieten, mit den mangelnden Einzelsubstanzen; diese Partien leiten nach gleichem Prinzipe die Nutritionsströmung, die gemäss dem Prinzipe der osmotischen Partialdrucke in verschiedenen Gewebspartien quantitativ und qualitativ verschiedene Einzelstoffe abzugeben vermag, zu den weiterhin liegenden Gewebspartien fort, und auf diese Weise entstehen nach streng physikalischen und experimentell

stützbaren Gesetzen die Gewebsströmungen, die von der modernen Dermatologie auf Grund zahlreicher Beobachtungen hypothetisch angenommen worden sind.

Diese physikalische Regulation der Zellfunktion giebt uns in ihrer Erkenntnis ausserordentlich wichtige Aufschlüsse über das Wesen und die einzuleitende Osmotherapie bei pathologisch gesteigerten Serumausscheidungen aus dem Blute, bei hydropischen Zuständen.

Wir fassen in neuerer Anschauung die zirkulierenden Flüssigkeiten als Gewebe auf, die mit zelligen Elementen durchsetzt sind. Die Erythrocyten dienen einzig den Zwecken der Respiration und der Regelung der osmotischen Spannungsverhältnisse; sie verlassen demnach niemals, ausser bei mechanischen Rupturen, im Zustande vollkommener Fakultät die eigentlichen Blutbahnen. Von den Leukocyten ist dagegen nachgewiesen, dass sie aus der Blutbahn herauszuwandern vermögen; dasselbe wissen wir von den Blutsolubilien und dem Blutwasser im engeren Sinne. Tritt nun eine Exsudation in pathologischer Steigerung an irgend einer Stelle des Kreislaufes ein, so ist die molekulare Konzentration dieser pathologischen Flüssigkeiten, wie wir mit Sicherheit aus kryoskopischen Untersuchungen moderner Autoren wissen, meist erheblich grösser, als diejenige des Blutes. Bei krankhaften Exsudationen des Kreislaufes werden demnach relativ mehr Salz- als Wasser-Moleküle ausgeschieden. Nach den vorangehenden Darlegungen kann ein solcher Prozess nur durch eine subnormale Anzahl solubiler Moleküle in den Geweben bedingt sein. Weiterhin kann gemäss den obigen Deduktionen die Resorption hydropischer Ergüsse nur durch eine Steigerung der Anzahl solubiler Moleküle in den der Gefässwand anliegenden und den entfernteren Gewebsbezirken, die von der Transsudation betroffen waren, eingeleitet werden. Wir gelangen demnach zu dem wohlberechtigten Schlusse, dass Exsudationen an sich auf einer Unterernährung der betroffenen Gewebe beruhen. Tritt hierzu eine pathologische Strukturänderung der Gewebswände und Zellmembranen, so erfolgt keine spontane Resorption des Ergusses; die ausgeschiedene pathologische Flüssigkeit bleibt stehen, ohne die Zellen normal ernähren zu können. Leider liegen noch zu wenig Beobachtungen darüber vor, in welcher Weise sich stehende Ergüsse im Körper je nach ihrer Dauer osmologisch ändern. Es ergiebt sich aber aus den bekannten Thatsachen die

Folgerung, dass eine Entleerung des Exsudates nur in denjenigen Fällen eine Beschleunigung des Heilprozesses bedeuten kann, wo keine spezifische Strukturänderung der Gefässwände, der Gewebsbezirke, der Gewebszellen stattgefunden haben, wo also das Exsudat spontan mit der Zeit resorbiert worden wäre, nachdem die Unterernährung der erkrankten Gewebe durch das Exsudat behoben worden ist. (Die Schwankungen der Harnmenge sind sekundäre Folgezustände dieser Verhältnisse, die sich logisch ableiten lassen und mit der Erkrankung der infiltrierten Gewebe nichts zu thun haben.) Wir fassen demnach einen hydropischen Zustand einer Gewebspartie als lokale relative Hyperosmose des Blutes auf, insofern als zwar die osmotischen Verhältnisse des Blutserums an sich überall die gleichen sein können, aber an den erkrankten Gewebsteilen ein lokaler relativer osmotischer Überdruck im Vergleich zur osmotischen Spannung der infiltrierten Gewebe besteht. Infiltrierte Gewebe haben einen relativen osmotischen Unterdruck im Verhältnis zum Blutserum. Das ist die, nach bisherigen osmologischen Erfahrungen, wahrscheinlichste Hypothese des Hydrops, die wir auf das Sorgfältigste osmologisch zu prüfen und des Theorems zu entkleiden imstande sind.

Aus diesen Thatsachen heraus ergiebt sich die bei allen oedematösen Anschwellungen oder Infiltrationen einzuschlagende osmotherapeutische Indikation: Man suche entweder die lokale Hyperosmose des Blutes durch allgemeine Herabsetzung des osmotischen Blutdruckes zu vermindern (reichlicher Genuss von reinem Wasser und Selterwasser; flüssige, aber nach Möglichkeit salzlose Nahrung, z. B. Brot- und Mehlsuppen; Versagen von Milch in grösseren Mengen), oder man suche eine lokale Hyperosmose der infiltrierten Gewebe selbst durch lokale Kochsalzlösung-Injektionen in die Gewebe (nicht grösseren Venen) (bis über 1 %ig aufsteigend) anzustreben. Vielleicht werden wir lernen, sterilisierte Milch, die nach den Untersuchungen neuerer Osmologen dem Blute isoton ist, therapeutisch an die Stelle der physiologischen Chlornatrium-Injektionen zu setzen.

Kontraindiziert sind hierbei Injektionen in die Blutbahn und die Sauerstofftherapie wegen der erhöhenden Einwirkung beider Verfahren auf den Blutdruck. Nach jeder Hinsicht empfehlenswert erscheinen Blutentziehungen, da sie den Blutdruck verringern und Salze dem Serum entziehen, also die lokale Hyperosmose des

Blutes etwas herabsetzen. In ihrer weiteren Entwickelung wird die osmologische Cellularpathologie diese Indikationen zu präzisieren haben, indem sie feststellen wird, welche osmotischen Partialdrucke in den Geweben verringert sind, d. h. mit welchen Substanzen und in welcher Dosierung die Osmotherapie die erkrankten Partieen zu versorgen haben wird. Welche der beiden gegebenen Indikationen vorläufig verzuziehen ist, ergiebt sich im Einzelfalle aus dem allgemeinen Heilplane und den gebotenen Contraindikationen. Für die Lungen- und Herz-Infiltration ist nach Möglichkeit naturgemäss die erstere Behandlungsweise zu wählen. Ich möchte ausdrücklich bemerken, dass die anatomische, also optische Betrachtung der Zellmembranen absolut keinen Schluss auf die spezifische Struktur der Zellwände zulässt, da wir später oft genug nachweisen werden, dass anscheinend gleichartige Membranen osmologisch völlig differente Befunde in Bezug auf Permeabilität und Permeationsrichtung gleichartiger chemischer Substanzen ergeben. Wir wehren uns gegen den Vorwurf, dass wir uns auf die Seite der Humoralpathologie stellen; wir erkennen die wichtigen Erfolge und Errungenschaften der Solidarpathologie an und stützen uns auf sie, aber wir wollen dem Anatomen das Recht entreissen, über rein physiologische Dinge der Zellenlehre das Schlusswort zu sprechen. — Eine morphologische Dyskrasie muss eine chemische Dyskrasie (vielleicht sogar die letztere ätiologisch) mit sich führen, und eine wahre Pathologie wird den goldenen Mittelweg zwischen der humoralpathologischen und der solidarpathologischen einseitigen Anschauungsweise zu wählen haben, wenn sie eine wissenschaftliche Therapie als ideales Ziel erstrebt. Wir glauben in der Osmologie das versöhnende Mittelglied der beiden grossen gegnerischen Ärzteschulen sehen zu dürfen.

X. KAPITEL.

Fortsetzung.

Interessant ist die Beobachtung, dass konzentriertes Natriumhydroxyd oder Kaliumhydroxyd sich als absolut einflusslos auf die Erythrocyten erweisen, während sie diluiert dieselben bald zerstören. Die einzige Erklärung, die uns für diese Vorgänge nach dem bisherigen Stande unseres Wissens möglich erscheint, ist die

Deutung, dass Dissociationsvorgänge bei den osmotischen Prozessen der Erythrocyten eine ausschlaggebende Rolle spielen. Man weiss, dass die Dissociation bei den chemischen Umsetzungen im Organismus eine hervorragende Rolle spielt und bezeichnet das Lösungsmittel Wasser als den Träger, als das Medium der Dissociationsprozesse. Ausserdem findet bei Gegenwart von Wasser insofern eine ergiebigere Änderung des Zellinnern statt, als lösliche Salze und der Farbstoff der Erythrocyten aus der Membran heraustreten, wenn der osmotische Druck im Zellinnern denjenigen der umgebenden Flüssigkeit übertrifft. Infolgedessen tritt eine Schrumpfung des Protoplasmas unter den bekannten charakteristischen Formänderungen ein. Wirkt dagegen eine stärker konzentrierte Lösung auf die Erythrocyten ein, so zeigen sich bei spezifischen gelösten Substanzen, die in das Zellinnere einzutreten vermögen, Hervorragungen, die indessen auch bei Wasserverlust des Zellinnern durch Entspannung der Zellmembran eintreten. Wendet man stark diluierte Lösungen an, so quillt das Blutkörperchen auf und wird blasser, eine Folge des Wassereintrittes.

Die Frage nach der Bestimmung der Leukocyten im Körper vermochte bisher noch nicht abschliessend beurteilt zu werden. Dass sie vermöge ihrer Cytophagie einen gewissen Schutz gegen feindliche Fremdkörper, besonders Bakterien, gewähren, erscheint nicht als zufälliger Befund. Wichtiger erweist sich indessen ihr Verhalten bei der Eiterbildung. Man hat sich in neuerer Zeit zu der Überzeugung bekannt, dass Eiterkörperchen, Lymphocyten und Leukocyten Erscheinungsformen einer Zellart seien. Wir haben wiederholt darauf hingewiesen, dass diese Anschauung exakt durch Permeabilität und Permationsrichtung für gegebene Substanzen geprüft werden kann. **Denn nicht so sehr die morphologische Erscheinung, als vielmehr die chemische Qualität einer Zelle muss ihre Stellung im Organismus charakterisieren.** Die Einseitigkeit der anatomischen Pathologie besteht im wesentlichen darin, dass optisch identische Formen als physiologisch identisch charakterisiert zu werden pflegen, ohne dass ihre chemische Bedeutung hinreichend gewürdigt wurde.

Die Thatsache, dass Leukocyten sich in hervorragender Weise an erkrankten, entzündeten Gewebspartieen anhäufen, scheint mir die Ansicht zu begründen, dass eine wesentliche Bestimmung der Leukocyten darin liegt, Solubilien vom Blutserum her nach den entzündeten Geweben, die

nach meinen Erfahrungen durch Unterernährung charakterisiert sind, (Hyperämie vermag, wie Virchow gezeigt hat, eine höhere Nutrition der Gewebe nicht an sich zu bedingen), hinüberzutragen unnd daselbst exosmotisch abzugeben. Wir betrachten demnach die Leukocyten als einen äquivalenten Vorläufer oder Vertreter des Exsudates, indem ihnen die gleiche Funktion wie diesem zukommt, durch lokale relative Hyperosmose den osmotischen Unterdruck der erkrankten Gewebe zu beheben. Dafür spricht die schliessliche Einschmelzung der Leukocyten bei hochgradigen pathologischen Gewebsänderungen zur definitiven Eiterbildung. Trifft diese Voraussetzung zu, so muss sich experimentell solubiles Eiweiss in den Leukocyten nachweisen lassen (Protoplasma), und die chemische Analyse des Eiters und der Leukocyten ähnliche Befunde ergeben. Es müssen sich im Eiter (als chemische Substanz, nicht als Gewebe untersucht) diejenigen chemischen Stoffe nachweisen lassen, die exosmotisch permeabel für die Leukocyten-Membran nachgewiesen sind. Durch das Ausschmelzen der Eiterkörperchen wird den Geweben, soweit sie durch die pathologischen Prozesse noch nicht zerstört sind, ein grosses Material solubiler Substanz dargeboten, und wir finden in der That im benutzten, d. h. von den Geweben in Anspruch genommenen, ausgetrockneten Eiter relativ mehr morphologische als solubil chemische Elemente bei mikroskopischer Betrachtung. Frischer leichtflüssiger Eiter ist den Geweben naturgemäss leichter nutzbar und giebt im allgemeinen eine bessere Prognose (grosse Pusteln) als harter, konzentrierter Eiter (Karbunkel, selbst bei kleinerem Umfange), da die heilsamen Diffusionsprozesse bei dem ersteren günstigere Verhältnisse zum Ablaufe bilden.

Wir ziehen hieraus den osmotherapeutischen Schluss, dass wir unter hohen Kautelen in einen grossen Eiterherd eine gewisse mässige Dosis aq. decoct. mit Vorteil injizieren können, an dessen Stelle wir mit günstigem Erfolge eine ausserordentlich schwache Chlornatriumlösung anwenden können (Maximum 0,75 %), nicht um die osmotische Spannung des Eiters herabzusetzen, sondern um im Gegenteil einen grossen Teil der eingeschmolzenen, oft eingetrockneten Produkte in Lösung überzuführen und so eine lokale Hyperosmose zu erzeugen. Eine Injektionslösung von hoher Konzentration ist in diesem Falle streng kontraindiziert, da entzündete Gewebe meist infiltriert, d. h. mit konzen-

triertem Serum erfüllt sind, dessen spezifische Natur durch Überwiegen des Partialdruckes einer Substanz gestört werden würde. Man darf nicht in die Gewebe, sondern in die Mitte des Eiterherds injizieren; der Injektionsdruck sei schwach, die Geschwindigkeit des einfliessenden Stromes mit Vorsicht gering. Bei lebenswichtigen Organen ist im Falle von Eiterprozessen das gegebene osmotherapeutische Prinzip naturgemäss in anderer Weise als durch Injektion zu verwirklichen. In diesen Fällen suche man die Gewebsinfiltration durch Herabsetzen der allgemeinen osmotischen Blutserumspannung zu verringern und galvanothermisch mittelst der Organ-Elektrode gegen den Krankheitsherd in spezifischer Weise vorzugehen. (Lieferant: L. u. H. Loewenstein, Berlin, Ziegelstrasse.) Überall da, wo eine osmotische Blutentspannung angezeigt ist, sind ausgedehnte Atem-, Herz- und Muskelgymnastik, sowie reichliche Salzzufuhr, sei es in Form der Nahrung, sei es in Form der Medikation, streng kontraindiziert! Ich glaube, dass man sogar bei der, die erkrankten Gewebe mechanisch beschwerenden, prognostisch üblen käsigen Metamorphose mit schwachen Chlornatriumlösung-Injektionen bei bestehender Indikation erfreuliche Erfolge erzielen wird, und wir sehen speziell auf diesem Gebiete für den osmotherapeutischen Heilplan eine grosse Zukunft, wenn es gelingen wird, den bisher recht armseligen Schatz der spezifischen Osmotherapeutika durch genaue osmologische Zellstudien zu erweitern. — Die fettige Metamorphose des Eiters glauben wir auf dissoziierende ex- und endosmotische chemische Umwandlungsprozesse durch Vermittelung der Jonen-Wanderung beziehen zu dürfen. Wie anders sollte man die »physiologische Eiterresorption« und das Entstehen der »pathologischen Milch« erklären?

Man hat in neuerer Zeit die Thatsache festgestellt, dass Eiter mit Vorliebe in das Lymphgefässsystem infolge des negativen intrathorakalen Druckes, nicht aber rein mechanisch, hineingesogen wird. (Zikel.) Die hohe Gefahr eines derartigen fatalen Ereignisses wird genügend gewürdigt, aber die Therapie gestattet bislang nur ein energisches Heilmittel: das Messer. Allerdings stellt sich die anatomische Pathologie der Frage, ob Eiter durch den Lymphstrom in den Blutstrom getragen werden kann, verneinend gegenüber, da angeblich die Lymphdrüsen das Eitergewebe zurückhalten. Indessen haben sich die Chirurgen, anscheinend mit hoher, empirisch gestützter Berechtigung, wenig um diese Darstellung gekümmert und verfolgen heute noch mit tiefen Schnitten den

eiterhaltigen Lymphgefässstamm. Ich habe mich speziell mit dieser Frage, wie der chirurgische Eingriff osmotherapeutisch zu umgehen sei, ausserordentlich eingehend beschäftigt, und ich glaube zu Versuchsresultaten gelangt zu sein, die des ausserordentlichen Interesses nicht entbehren. In das Gebiet dieser Untersuchungen schliesse ich die eigentliche Lymphangitis mit ein.

Die Gefahr eines eitrigen Gehaltes eines Lymphgefässes besteht darin, dass Eiterkörperchen durch die Lymphdrüsen hindurch (die Tätowierungsbefunde erscheinen wegen der Schwere und Unveränderlichkeit der Gestalt der Fremdkörper nicht für das Gegenteil beweisend) in die Blutbahn gelangen und so eine allgemeine, gefürchtete Pyämie erzeugen. Der Lymphstrom wird in die Blutbahn derart hineingezogen, dass an den Lymphcapillar-Enden der Flüssigkeitsdruck am grössten ist, an den Einmündungsstellen des Ductus thoracicus und des Truncus lymphaticus dexter in die Venenstämme den geringsten Wert aufweist. Die Ursache dieses Druckgefälles ist einerseits der negative, intrathorakale Druck, andererseits aber unmittelbar die Saugwirkung der an den Lymphmündungen vorüberfliessenden Venenblutströmungen. (Zikel.) Man definiert Lymphe als ein Gewebe von Serum plus Lymphocyten plus Fett. Unter der Voraussetzung, dass das Eitergewebe chemisch identisch dem Lymphgewebe sei, wäre die deletäre Wirkung der Pyämie nicht anders einzusehen, als dass osmotische Spannungsänderungen im Blute durch den Eintritt des Eiters entständen. Diese Annahme erscheint irrig, weil frisches Eitergewebe nicht wesentlich in Bezug auf den osmotischen Druck von der Lymphflüssigkeit differiert. Eiterkörperchen erweisen sich chemisch und auch physikalisch different von Lymphocyten. Man kann bei Eiterpartikeln, die im Lymphstrome die Rolle von Fremdkörpern spielen, eine verschiedene Strömungsgeschwindigkeit im Verhältnis zu dem wahren Lymphgefässe nachweisen. Diese Anschauung hat uns dazu geführt, nach einer Methode zu suchen, welche die Druckverhältnisse der Lymphflüssigkeit derart zu ändern imstande wäre, dass der hineingezogene Eiter in seiner Fortbewegung mit dem Lymphstrome behindert würde. Da nämlich die Thatsache allgemein anerkannt ist, dass Eiter sich sehr langsam im Lymphstrome fortbewegt, so zog ich den Schluss, dass bei einer Flüssigkeitsdruck-Verminderung in den Lymphcapillaren eine Retention der Eiterkörperchen bewirkt werden könne. Diese Annahme hat sich als richtig erwiesen, und wir vermögen in der That durch

die nachstehende einfache Methodik einen Finger, eine Hand, Arm und Fuss und ganze Zellkomplexe vor der unvermeidlichen Operation resp. Exstirpation bei aufgenommenem Eiter in die Lymphbahnen und selbst bei fortschreitender Lymphangitis zu schützen, wenn wir rechtzeitig dem intrathorakalen negativen Druck und der Saugwirkung des Venensystems einen höheren negativen Gegendruck an der Eintrittsstelle des Eiterherdes entgegensetzen. Das Verfahren ist ein äusserst einfaches, und wir möchten es auch bei allen äusserlichen Eiterprozessen anempfehlen (Panaritium u. a.).

Wir stellen zunächst ein Sauggefäss für einen eiternden Finger dar. Der kleine Apparat ist in jeder Glasbläserei leicht herzustellen; in Berlin fertigt ihn das technische Institut von Loewenstein (Ziegelstr.) in sachgemässer Ausführung zu geringem Preise in den vorgeschriebenen Formen an.

Das Eitersauggefäss besteht aus einem einfachen, der betreffenden Körperform angepassten cylindrischen Glasgefässe B, das auf der einen Seite mit einem leicht dehnbaren, festen Gummischlauch-Ansatze mit abschliessendem Gummiringe A (beim Eitersauger für Finger durch einen einfachen, oben abgeschnittenen hohlen Kinder-Saugpfropfen zu ersetzen); am anderen Ende mündet das Glasgefäss in einen gewöhnlichen Flaschenhals C mit umgelegten Rande. Dieser Hals wird durch einen luftdicht schliessenden Gummipfropfen D verschlossen, in den der verschliessbare Saughahn E eingelassen ist. Die Technik des Eitersaugers ist ebenso einfach wie seine Konstruktion. Man stülpt den Gummischlauch A unter vorsichtigem Drehen auf den kranken Finger bis zur Fingerwurzel hin, nimmt den Gummiptropfen D, füllt desinfizierende, erträglich heisse Flüssigkeit bis über das Niveau der Fingerspitze hin an (das Eitersauggefäss sei etwa 2 Fingerbreit länger als der Mittelfinger), setze den Propfen wieder auf, öffne den Saughahn E, sauge mässig stark mit dem Munde die Luft aus dem Gefässe und schliesse den Hahn während des Saugens. Ich vermag noch nicht ein endgiltiges Urteil abzugeben, ob die Flüssigkeit erträglich heiss oder mit Eisstücken zu geben sei, ich glaube aber nach bisherigen Versuchen doch das erstere Verfahren bei stärkerer Eiterbildung gegen Erwartung vorziehen zu müssen. Als Desinficiens hat sich Alumin. acetic. am besten bewährt.

Man achte darauf, dass der Gummiring A fest, aber nicht

stauend, den Finger umschliesst, ohne einen Tropfen der Füllungsflüssigkeit herauszulassen oder Luftblasen Eintritt zu geben. Auch D sei luftdicht. Dieses Verfahren wird stündlich erneuert, indem nur D entfernt und Flüssigkeit frisch eingeführt wird. Der Finger wird sofort beim Saugen leicht hyperämisch und darf bei mässiger Hyperämie ohne Gefahr im Sauggefäss verbleiben. Eine Entfernung des Gefässes vom Finger während der eine bis zwei Wochen andauernden Behandlung ist streng kontraindiziert, da durch Lösen des Gummiringes vom Finger eine plötzliche Lymphdruckänderung das therapeutische Ziel mehr als illusorisch machen kann. Obgleich die Eitersauggefässe für Hand, Arm, Fuss, Bein und für eiternde Körperflächen (Gesicht, Rücken etc.) auf genau demselben Prinzipe beruhen, so bereitet doch ihre Darstellung naturgemäss etwas grössere technische Schwierigkeiten.

Die Gefässe sind im Gebrauche mit wollenen Tüchern vor dem Zerbrechen zu schützen; ein anderes Material als Glas zu wählen, empfiehlt sich nicht, um die ärztliche Beobachtung des Prozesses nicht zu beeinträchtigen. Figur IX weist bei A eine Gummisaugfläche auf, die leicht zu beschaffen ist. Es ist zu bemerken, dass sogar Arm-Sauger mit Leichtigkeit mit dem Munde ausgesaugt werden können, wenn die Gefässe vorschriftsmässig bis nahe zum Rande mit dem Desinficiens gefüllt sind. Aus Zwecken der Hygiene empfiehlt es sich, nicht direkt am Saughahn E, sondern an einem angesetzten langen und dünnem Schlauche zu saugen. — Diese wirksame Methodik der Lymphdruckerniedrigung ist keine streng osmotherapeutische, aber es hat sich in vielen Punkten die Notwendigkeit ergeben, die Wortbegriffe Osmologie und Osmotherapie über ihre strengen Definitionen hinaus auszudehnen und alle diejenigen Prozesse und Kräfte mit in den Kreis der osmologischen Betrachtung zu stehen, die den osmotischen Vorgängen nahestehen, z. B. Diffusion, Blutdruck u. s. f. Eine strikte Grenze lässt sich in einer so umfassenden Wissenschaft, wie sie die Osmologie darstellt, analog den anderen Disziplinen, nicht durchgängig einhalten.

Die Betrachtung der Blutkörperchen führt zum Studium pathologischer Erscheinungen, die speziell für die osmologische Forschung von ausserordentlichem Interesse erscheinen, es sind dies die Vorgänge der **Thrombose** und der **Embolie** (Virchow). Beide Prozesse stimmen darin überein, dass Zellgebilde von grosser Fakultät ein mechanisches Hindernis der Blutbewegung durch ungehörige

Lokalisation in der Blutbahn bilden. Der seinem Mutterboden entzogene Thrombus verfällt in seinen älteren Teilen in der oben angeführten Weise analog pathologisch veränderten Geweben der Unterernährung anheim und beginnt infolge dessen an diesen inneren Punkten zuerst zu eitern, während er nach der Gefässhöhlung hin an Volumen und Masse durch Stoffansatz zunimmt. Offenbar ist die Eiterung ein heilsamer, aber ausserordentlich (in derartiger Nähe von Blutbahn und Gefässwand) zu fürchtender Prozess. Gelangt der eitrige Detritus in das Blut, so tritt Pyämie ein; durchbricht der Eiter die Gefässwand, so folgt innere Verblutung. Die Organisation eines Thrombus oder Embolus gehört zu den Seltenheiten. Aus dem osmologischen Studium dieser Verhältnisse ergeben sich indessen Gesichtspunkte, welche die Therapie der Thrombose und Embolie nicht hoffnungslos erscheinen lassen. Das osmotherapeutische Verfahren hat zweierlei zu berücksichtigen: 1. die zunächst nach derartigen Ereignissen drohenden Symptome zu mildern, eine lokale Blutstauung nach Möglichkeit zu vermeiden, um den gefürchteten Konsequenzen abzuwehren (Dyspnoe u. a. bei Verstopfung von Lungenarterien), und 2) die Organisation des Thrombus resp. Embolus osmologisch zu befördern. Obgleich wir Mittel in der Hand haben, ein derartiges Gewebsstück fast vollkommen zu entlaugen, und so zu zertrümmern, so wäre es ein frivoler Irrtum, ein derartiges Verfahren, das wir sonst osmotherapeutisch sehr wohl verwenden, bei embolischen oder thrombischen Prozessen in Anwendung zu bringen. In dem Falle wo man hierbei therapeutisch einen osmotischen Unterdruck des Blutserums anzustreben versuchte, wie er durch Diluation des Blutes zu erzielen ist, würde zwar wahrscheinlich der Thrombus resp. Embolus gelockert, ausgelaugt und so schliesslich zertrümmert werden, aber die Prognose dieser pathologischen Vorgänge würde sich hierbei bedeutend verschlechtern, indem durch die neu erzeugten Gewebstrümmer eine recente Embolie, oder durch das Eintreten des eitrigen Detritus eines älteren Thrombus in das Blut eine fast sicher letale Pyämie herbeigeführt zu werden drohte.

Das osmotherapeutische Verfahren, das ich bei Embolie und Thrombose, gleichgiltig, ob sie plötzlich mit Schüttelfrost einsetzen, oder sich allmählich entwickeln, aus diesen Erörterungen heraus für das empfehlenswerteste halte, ist das folgende: Zunächst ist ein massvoll ausgeführter Aderlass das geeignetste Mittel

zur Abwendung der vitalen Symptome. Beide Gewebsarten werden durch den Blutdruck, der sich durch die Stauung allmählich zu steigern pflegt, fest in die Gefässe resp. an die Verzweigungskanten der Blutgefässe herangedrängt. Zwar wird zunächst durch eine Venaepunktion der relative arterielle Druck gesteigert, aber schon beim folgenden Herzschlage sinkt auch der arterielle Blutdruck entsprechend der Blutentziehung herab, und das eingeklemmte Gewebsstück vermag sich dergestalt durch die eigene Elastizität und vermöge des verringerten Blutdruckes von den Gefässwänden, an die es gepresst wurde, in seiner Gesamtheit zu lockern, dass der Blutstrom seitlich an ihm vorbei sich einen stetig erweiterten Weg zu bahnen fähig ist. Dieses Verfahren stellt demnach gewissermassen nur eine Prophylaxis der Consequenzen embolischer Prozesse dar, die allerdings einer vitalen Indikation entspringt und nicht selten an sich lebensrettend wirken wird. Das zweite Verfahren des physikalischen Heilplanes für embolische und thrombische Prozesse ist ein rein osmotherapeutisches. Man sucht möglichst rasch eine allgemeine Hyperosmose des Blutes gegenüber dem pathologischen Gewebsfetzen herzustellen. Dabei ergeben sich aber aus den vorangehenden Betrachtungen weitgehende Kontraindikationen. Eine in diesem Falle eingeleitete Sauerstofftherapie wäre trotz bestehender Dyspnoe und Cyanose ein arger ärztlicher Kunstfehler, insofern als Sauerstoff-Inhalationen nach unseren Untersuchungen und den übereinstimmenden Berichten neuerer Autoren den Blutdruck nicht unerheblich steigern und auf diese Weise den ersteren therapeutischen Eingriff illusorisch machen würden. In der That ist in der gesammten Litteratur kein Fall zu meiner Kenntnis gelangt, wo Embolie oder Thrombose durch die Sauerstofftherapie irgendwie in ihrer Entwickelung aufgehalten worden wären. Man erkennt hieraus die wichtige Thatsache, dass man sich wohl hüten muss, eine jede Cyanose oder Dyspnoe, unbekümmert um ihre Ätiologie, einheitlich zu behandeln; die Sauerstofftherapie, die bei gewissen cyanotischen Zuständen bei Herzfehlern u. a. indiziert erscheint, ist im erwähnten Falle streng verboten.

Die Injektion einer physiologischen Kochsalzlösung ist ebenfalls unter allen Umständen, selbst wo eine vitale Indikation zu bestehen scheint, aus analogen Gründen bei diesen Fällen kontraindiziert. Im ersten Augenblicke würde der Embolus durch

den venösen Überdruck zweifellos gelockert, beim folgenden Herzschlage aber mit umso höherer Gewalt in die engere Blutbahn hineingedrängt werden und die Stauung erhöhen. Aus der gleichen Überlegung heraus sind Herzmittel streng zu widerraten. Das einzige osmotherapeutische, ziemlich rasch wirksame Heilverfahren ist die Chlornatriumeingabe und die physikalische Regelung der Diät. Das Chlornatrium wird vorteilhaft in mässigen Dosen in Gelatinekapseln per os eingeführt. Flüssige Speisen sind nach Möglichkeit völlig zu meiden; als einziges Getränk ist Milch in ganz kleinen Portionen gestattet, die eventuell durch eine sehr kräftige Fleischbrühe, durch konzentriertes Zuckerwasser u. a. in kleinen Mengen zu ersetzen ist. Der Genuss von Wasser, Limonade, Selters und Bier ist völlig zu widerraten. Gemüse, die sehr zu empfehlen sind, sollen stark entwässert, möglichst aufgewärmt, gegeben werden. Die übrigen Gesichtspunkte des Heilplanes ergeben sich nach den obigen Prinzipien von selbst. —

Die osmologische Cellularpathologie widerspricht ihrem ganzen Aufbau gemäss der Annahme von chronischen Dyskrasien des Blutes und stellt sich auf die Seite der modernen Solidarpathologie, die der Erkrankung einzelner Gewebe ätiologisch die akuten und chronischen Dyskrasien zuschreibt. Die Thatsache, dass trockene Gewebe sich widerstandsfähiger gegen die Verbreitung einer Infektion erweisen, als feuchte, spricht zweifellos für die osmologische Deutung der Funktion der infektiösen Zellprodukte. Weiterhin befestigt die Beobachtung, dass infektiöse Produkte ein Organ durchwandern können (Lunge), ohne es zu infizieren und erst in einem bestimmten anderen Organe eine Infektion erzeugt, die Annahme einer spezifischen Wandstruktur der Gewebe. Man muss zunächst der Annahme Virchows völlig beistimmen, dass die lokale Kontagion durch »Säfte« erfolgt, welche in benachbartes gesundes Gewebe eindringen, sie katalytisch erregen und zu neuer selbstständiger Wucherung antreiben. (Carcinom u. a.; humorale Infektion.) Man hat den Nachweis erbracht, dass der Detritus eines erkrankten Zellkomplexes die Infektion verbreiten kann. (Virchow, Michaelis, Villemin u. a.) Bezüglich der Erythrocyten ist die Thatsache bekannt geworden, dass mikroskopisch nicht nachweisbare Veränderungen mit schweren funktionellen Störungen einhergehen können, und ich glaube, dass diese Erfahrung eines der schwerwiegendsten wissenschaftlichen Argumente für die gesamte osmologische Darstellungsweise der Cellularpathologie ist. Man erklärt sich diese

Funktionslähmung durch die osmotische Permeation gewisser giftiger Stoffe in das rote Blutkörperchen und die Bildung von den sogenannten Blutgiften. (Bernard, Hoppe-Seyler.)

Über die Art der Funktion der Nerven hat man bisher kein bestimmtes Urteil; vielleicht gilt die Ansicht Virchows, die den Axencylinder zum Elektricitätsleiter, die Markscheide zur Isolationssubstanz, die markhaltigen Faserenden zu den Entladungsspitzen der elektrischen Ströme stempelt. Ist diese Ansicht richtig, so ist, osmologisch gedeutet, die Markscheide die Permeationswand für dissociierte Moleküle, der Axencylinder der homologe Sammelherd der elektrisch geladenen Jonen. Demnach würde die Zufuhr einer kräftig dissociierenden Substanz zum Blutserum, wie sie Bromkalium, Bromnatrium, Chlorkalium u. a. darstellen, eine therapeutische Stärkung der Nervenelektricität hervorrufen. Indessen stehen Untersuchungen über die spezifische Membranstruktur der Nerven bislang noch völlig aus. Unserer Ansicht nach wirken die aus den Nervenenden heraustretenden, elektrisch geladenen Jonen, katalytisch anregend auf die weithin umgebenden Gewebe ein. Die Bestätigung einer solchen Hypothese bleibt naturgemäss abzuwarten. Die Lebensthätigkeit einer Zelle erkennen wir aus dem Grunde nicht an, weil es unnötig erscheint, in einer exakten Wissenschaft Vorgänge durch einen dunklen, vollkommen undefinierbaren Begriff zu verschleiern, die man durch bekannte physikalische Gesetze wenn nicht vollständig, so doch mit fortschreitender Wissenschaft immer präziser darstellen kann. Leben ist nicht durch die Aktion charakterisiert, denn auch ein Stein vermag Arbeit zu leisten und enthält unter günstigen Bedingungen eine lebendige Kraft, die stets zur Entfaltung bereit ist. Leben besteht auch nicht in der spontanen, plastischen Neubildung, die doch nichts anderes als einen Ansatz von vorher bestehenden Molekülen an die ältere Form darstellt und durch physikalische Vorgänge erklärt werden könnte. Der Zelle wird potentielle Energie, d. h. lebende Kraft durch die Nutrition zugeführt. Diese eingeführte ruhende Arbeitsfähigkeit erhöht die Fakultät der Zelle und befähigt sie nach ganz natürlichen Vorgängen, entweder einen Teil ihrer Fakultät als Funktion abzugeben, die je nach der Art dieser osmotischen Arbeit zur spezifischen Zellfunktion sich gestaltet, oder ihre ganze Fakultät auszugeben, d. h. zu Grunde zu gehen. Die Zelle geht aber schon vor dem Nullpunkte ihrer Fakultät unter, sobald nämlich die Zellfakultät gleich der osmotischen Energie

der umgebenden Intercellularsubstanz wird, hört ihre Funktionsfähigkeit auf. Wir definieren demnach die Zellfunktion als die Abgabe des Plus an osmotischer Energie an ihre Umgebung. Da aber eine normale Zelle stets funktionsfähig zu bleiben pflegt, so ersehen wir hieraus die Thatsache, dass im lebenden Körper jede Zellfakultät normal die osmotische Energie des Intercellulargewebes überwiegen soll. Ein Erythrocyt ist funktionsunfähig, wenn ihm Sauerstoff, eine Leberzelle. wenn ihr ein Salzüberschuss mangelt. Jede Election setzt eine Reizung voraus, die durch ausserhalb der Membran befindliche, verbindungsfähige Jonen gegeben ist. (H. Koeppe.) Die Zufuhr potentieller Energie stellt die passive Veränderung, die Funktion die aktive Leistung der Zelle dar. Die Beobachtung von Ludwig, dass der ausströmende Speichel einen grösseren Druck als das zuströmende Blut aufweist, ist durchaus kein Beweis für den motorischen Effekt der Speichelzellen. Denn der hydrostatische Druck einer Flüssigkeit ist eine physikalische Eigenschaft, die absolut nichts mit der Thätigkeit der Zelle zu thun hat. Speichel und Urin werden nicht konstant, sondern in Zeitintervallen ausgeschieden. Die Se- und Exkretionszellen werden aber durch die nachgewiesene Gewebsströmung einer konstanten Nutrition unterzogen, infolgedessen scheiden sie in Zeitintervallen einen cumulativ angesammelten grösseren Gehalt an festen Molekülen ab. Dies ist der Grund, warum Speichel und Harn eine grössere molekulare Konzentration als das Blutserum aufweisen und warum infolge des Mehrgehaltes an festen Molekülen plus dem Capillardrucke auch der hydrostatische Druck der Se- und Extrete denjenigen des Plasmas überwiegt. Bei pathologisch geänderter Membranstruktur gleichen sich indessen diese Druckverhältnisse annähernd aus, indem weniger feste Moleküle aufgenommen, weniger abgeschieden werden. Die Thatsache der funktionellen Restitution nach einer Ermüdung der Zelle ist durch Virchow selbst auf eine mechanische Grundlage zurückgeführt worden; die Ermüdung einer Nervenzelle beruht ganz offenbar auf demselben Prinzipe wie die Kraftverringerung eines inkonstanten galvanischen Elementes und ihrer Restitution nach einer einfachen Ruhepause; aus diesen Ursachen heraus sprechen wir doch einem galvanischen Elemente nicht etwa Leben zu! Die Ermüdung einer Zelle ist demnach kein Beweis für ihre vitale Aktion. (Zikel.) Überdies ist durch Kühne u. a. der sichere Beweis erbracht worden,

dass Muskel- und Drüsenzellen, sowie die Nervenelemente ein ganz spezifisches Verhalten gegen bestimmte chemische Substanzen zeigen, sodass die gegebene Annahme mehr als eine blosse Hypothese ist. Auch den Ganglienzellen sind rein physikalische Aktionen, analog der elektrischen Spannung und Entladung, die ich als Fakultät und Funktion bezeichnete, zugesprochen worden. Für die Molekularbewegungen im Zellinnern, die man sicherlich mit den früheren Autoren (Reinhardt, Remak, Brücke u. a.) auf osmologische Vorgänge zurückbeziehen muss, statt ein »lebendes« Protoplasma mit den Neueren anzunehmen, von denen selbst Virchow zugesteht, dass man sich wohl hüten müsse, intracellulare Molekularbewegungen mehr dem Leben als der Osmose zuzuschreiben, liegen streng osmologische Beweise (durch experimentelle Änderungen der umgebenden Flüssigkeitskonzentrationen und scharfe Beobachtung der Vorgänge im Zellinnern) vor. In der Gesamtheit dieser Thatsachen und in ihrer wachsenden Anerkennung durch die neuere Forschung ist die sichere Gewähr für die Aussicht zu erblicken, dass die Osmologie mehr und mehr zu einer für die ärztliche Anschauungsweise und Praxis gleich fruchtbaren Experimentalwissenschaft herangewachsen ist.

XI. KAPITEL.

Die elektive Thätigkeit der Zellen und der osmotische Partialdruck.

Unter dem Begriffe »osmotischer Partialdruck« verstehen wir den osmotischen Einzeldruck einer gelösten Substanz in der Lösung eines Substanzgemisches. Der osmotische Druck eines gelösten Substanzgemisches ist gleich der Summe der Partialdrucke der Einzelsubstanzen.

Formel XI. $O = O_a + O_b + \ldots$, wenn:

O der Gesamtdruck und
O_a, O_b etc. die Partialdrucke der gelösten Substanzen a, b etc. bedeuten.

Der Begriff des osmotischen Partialdruckes ist den analogen Erscheinungen aus der Physik der Gase entlehnt. Bezeichnet nämlich:

m = Gesamtzahl dsr gelösten Moleküle,
m_a, m_b etc. die gelösten Moleküle der einzelnen Stoffe,

so ist: Formel XII $m = m_a + m_b + \ldots$, und da
die osmotische Spannung von m Molekülen = O
" " " " m_a " $= O_a$
" " " " m_b " $= O_b$ angenommen ist,
so ergiebt sich die obige Beziehung. Wir möchten an dieser Stelle der irrtümlichen Anschauung vorbeugen, als ob man aus der Definition des Partialdruckes die Folgerung ableiten dürfe: $\Delta = \Delta_a + \Delta_b + \ldots$, wie die von Roth in der I. med. Klin. zu Budapest angestellten Versuche voraussetzen. Der osmotische Druck ist gemäss dem Gesetze von Blagden nur proportional der molekularen Konzentration einer Substanzlösung zu setzen und ist in seinem absoluten Werte toto coelo von demjenigen des Gefrierpunktes verschieden.

Im Organismus hat im normalen Zustande das Blutserum annähernd einen konstanten Gefrierpunkt. Demzufolge können wir annehmen, dass alle im Körper zirkulierenden (nicht abgeschiedenen) Flüssigkeiten, wie Venenblut, Arterienblut, Lymphe und auch der lymphatische Gewebsstrom einen nicht sehr differenten kryoskopischen Befund aufweisen. Sind nun zwei derartige Substanzlösungen, z. B. Blut und Gewebsserum durch eine permeable Scheidewand getrennt und ist

$$O_1 = O_a + O_b + O_c + \ldots$$
$$O_2 = o_a + o_b + o_c + \ldots,$$

wobei O_1 und O_2 gleichzusetzen sind und sich die Beziehung ergiebt:

Formel XIII. $O_a + O_b + O_c + \ldots = o_a + o_b + o_c + \ldots$,

so kann naturgemäss O_a einen anderen Wert als o_a aufweisen und dennoch der Gleichung genügen, ebenso O_b von o_b abweichen u. s. f. Wir ersehen aus dieser Betrachtung, dass die osmotischen Partialdrucke von Chlornatrium oder Harnstoff in den beiden Lösungen völlig verschiedenartig sein können, und dass dennoch die osmotische Spannung der beiden gesamten Substanzlösungen die gleiche zu sein vermag. Die Folge eines derartigen Ereignisses im Organismus wird nun die sein, dass ungeachtet der gleichen osmotischen Spannung der beiden, durch eine Membran getrennten, Flüssigkeiten dennoch ein konstanter osmotischer Molekularaustausch, d. h. eine beiderseitige Gegenströmung, so lange statt-

finden muss, bis auch die Partialdrucke sich ausgeglichen haben. Dieses Gesetz der Wirkungsweise der osmotischen Partialdrucke findet im Organismus eine ausserordentlich häufige Anwendung. Es erklärt, wie eine Nutritionsflüssigkeit einen Zellkomplex weitesten Umfanges gleichmässig zu ernähren vermag, indem jede Gewebsstrecke und jede Zelle nur diejenigen Stoffe aus der Ernährungsflüssigkeit sich auswählt, die ihm im Augenblicke durch einen grösseren Verbrauch fehlen. Dieses Gesetz erklärt ferner, wie gewisse, durch die Thätigkeit der Organe angehäufte chemische Umsatzproducte von den Geweben an die Gewebsströmung zur Abgabe in das Blut überliefert werden, während andere, an absolutem Zahlenwerte in grösserer Menge vorhandene, lebenswichtige Substanzen wegen des Gleichgewichtes der osmotischen Partialdrucke beider Flüssigkeiten unberührt durch die Gewebsströmung im Zellkomplexe aufgespeichert bleiben. (Zikel).

Von hervorragendem Interesse ist nun die Beobachtung, dass durch diese Thatsache die elektive Thätigkeit der Zelle, die von den neueren Solidarpathologen in undefinierbarer Ausdrucksweise als Lebensthätigkeit der Zellen angesehen wird, nicht schwer auf das Gesetz der osmotischen Partialdrucke zurückgeführt und durch dasselbe vollständig erklärt werden kann. Die Zelle giebt bei ihrer osmotischen Funktion gewisse Stoffe ab und nimmt andererseits andere Substanzen wieder auf. Infolgedessen ändern sich sowohl in der Zelle als auch im Intercellulargewebe beständig die einzelnen osmotischen Partialdrucke, während gemäss dem A. v. Korányi'schen osmologischen Grundgesetze ihre osmotische Gesamtspannung nahezu konstant bleibt. Die natürliche Folge dieser Verhältnisse ist ein beständiger osmotischer Strom und Gegenstrom zwischen Blutserum und Geweben, welche zu den sogenannten Gewebsströmungen Anlass geben. Die Gewebsströmungen haben nun offenbar den Zweck, dass die osmotischen Partialdrucke zwischen Zelle, Intercellularsubstanz und Blutserum und Lymphe ausgeglichen werden; da aber eine allzuhäufige Inanspruchnahme der Funktion der Organzellen eintritt, so findet in der That, wie die chemischen Untersuchungen lehren, niemals und an keiner Stelle des Organismus ein völliger Ausgleich sämtlicher Partialdrucke statt. Ein derartiger Ausgleich würde konsequent einen Stillstand der Gewebsströmungen, wenn auch nur für kurze Zeit bis zur erneuten Inanspruchnahme der Zellfunktion.

bedeuten, und es lässt sich mit Sicherheit der Beweis erbringen, dass ein solcher Stillstand der Gewebsströmungen thatsächlich niemals eintreten kann. Selbst im toten menschlichen Körper lassen sich diese kontinuierlichen Strömungen durch die Feststellung konstanter Konzentrationsänderungen der einzelnen Solubilien in den Geweben noch nachweisen.

Das Gesetz der osmotischen Partialdrucke vermag fernerhin die elektive Thätigkeit der resorbierenden Darmzotten gegenüber dem Chymus zu erklären. Man hat die gewiss unwissenschaftliche Hypothese aufzustellen gewagt, dass den resorbierenden Zellkomplexen ein gewisser Verstand, eine gewisse ökonomische Seele, zukomme, vermöge deren sie haushälterisch in strikter Weise die Nahrungsvakanzen im gesammten Organismus zu übersehen und danach die präzisierten Bestellungen beim Nahrungslieferanten Chymus abzugeben imstande seien. So unwürdig einer exakten Wissenschaft überhaupt derartige, unsere Unwissenheit mehr verschleiernden als behebenden Annahmen erscheinen, so unwahrscheinlich ist gerade diese Annahme einer vitalen elektiven Zellthätigkeit.

Es ergiebt sich aus dem vorangehenden dargestellten Gesetze, wie leicht die Beobachtungen von Heidenhain, dass Hundeserum im Hundedarm ausgiebig resorbiert wird, und von Leubuscher, dass eine 0,5 $^0/_0$ige Chlornatriumlösung leichter resorbiert wird als reines Wasser, streng physikalisch gedeutet werden können, und wie irrig man diese wertvollen Untersuchungen zu Gunsten einer vitalen Thätigkeit gedeutet hat. Man gewinnt den sicheren Eindruck, als ob die beobachteten protoplasmatischen Bewegungen im Zellinnern der Drüsen, die doch selbst experimentell als rein osmotische Prozesse nachgewiesen werden können, stets wieder die irrige Anschauung vitaler Vorgänge hervorgerufen haben. Ich glaube, dass schon die Erinnerung an den Typus einer Darmzotte dem unbefangenen Beobachter die Frage nahe legen muss, ob die Osmose nicht allein die Bestimmung des gefässreichen Baues der Darmzotte absolut klarlege (Figur X). Die Gefässwände der Arterie, Vene und Kapillaren, sowie das Cylinderepithel in erster Reihe stellen die spezifische Membran der Zotten dar, deren Struktur massgebend für die Resorption bestimmter Substanzen ist. Man kann von der Darmzotte eines Säuglings nicht die Resorption von gewissen Stoffen erwarten, die der Erwachsene mit Leichtigkeit aufzunehmen vermag, und dennoch ist die anatomische Struktur

der kindlichen Darmzotte genau identisch mit der des Erwachsenen, und an die gleiche Funktionsfähigkeit der ersteren wird niemand Zweifel hegen. Bei gewissen pathologischen Ereignissen (Arsenvergiftung, Cholera u. a.) tritt eine ausserordentliche Strukturänderung der osmotischen Zottenmembran infolge der Abstossung der Darmepithelien ein (Böhm). Übrigens darf die an mehreren Stellen der vorliegenden Schrift betonte Bemerkung nicht übersehen werden, dass neben den osmotischen Prozessen die Vorgänge der kapillaren Filtration und der Diffusion eine, wenn auch untergeordnete Rolle spielen. Auch für diese letzteren Erscheinungen ist das Gesetz der Partialdrucke anwendbar.

Dem Satz von Graham, dass die Lösung eines schwer diffundierbaren Körpers, mit einem leicht diffundierbaren vermischt, noch schwerer diffundiere, habe ich so oft die Thatsachen widersprechen sehen, dass ich wenigstens seine Anwendung für den menschlichen Körper für irrig halte. Schon die Beobachtung von Eichhorst scheint gegen den Graham'schen Satz zu sprechen, dass nämlich Eieralbumin ohne Kochsalzzusatz überhaupt nicht zur osmotischen Permeation gelangt, während das Chlornatrium seine Resorption ermöglicht. Neuere Autoren haben diese Ansicht mit einem umfangreichen Beweismaterial gestützt, und es erscheint als eine weise Einrichtung der Natur, dass die Zunge beim Genusse des Eies Kochsalz oder Zucker nicht gern als Zusatz vermisst.

Die Wirksamkeit des osmotischen Partialdruckes vom Fett ist bisher eine offene Frage geblieben. Bekanntlich diffundieren diejenigen Substanzen schwer oder gar nicht in vitro, die im Wasser keine Lösung bilden. Indessen ergiebt die mikroskopische Beobachtung, dass nach dem Resorptionsakte Fett innerhalb der Epithelmembranen der Darmzotten sichtbar wird, dass also zweifellos auch eine osmotische Permeation des Fettes durch Zellwände des Körpers stattfinden kann. In neuerer Zeit hat man Fett im Harn der Nephritiker nachgewiesen. Diese Beobachtung lässt die Annahme eines osmotischen Partialdruckes des Fettes vermöge der spezifischen Struktur der Zotten-Epithelwände zu. Wie ausserordentlich verschieden sich differente Zellmembranen gegen ein und dieselbe Substanz bezüglich deren Permeationsvermögen erweisen, lässt sich aus dem nachstehenden Versuche von Harzer erkennen: Chlornatrium, welches für Schweinsblase das endosmotische Äquivalent 4,3 hat, ändert dasselbe bei der Durchdringung von

Collodiumhaut in die Zahl 20,2,
bei Schwimmblase in 2,9.

In so grossen Differenzen weichen die, für jede Permeationswand spezifischen, endosmotischen Äquivalenten von einander ab, dass sie bei der einen Wand fast den zehnfachen Wert als bei einer anderen Membran erreichen können. Dieses Versuchsergebnis spricht für die Annahme, dass der Diffusionskoeffizient fettiger und öliger Substanzen, der für tote Zellpartien sich im Experimente gleich Null erweist, für lebende Gewebe, die bekanntlich eine andere spezifische Struktur als tote Membranen besitzen, einen gewissen Zahlenwert erreicht. Die Blutgefässe, die eine Zotte netzartig durchsetzen, nehmen nun durch die, zwischen Chymus und Blut gelagerten Permeationswände (Epithel + Intercellularsubstanz + Gefässwand) diejenigen Substanzen elektiv, d. h vorzugsweise auf, die ihnen augenblicklich wegen ihres osmotischen partialen Unterdruckes (im Vergleich zum hohen osmotischen Partialdrucke derselben Substanzen im Chymus) in nur geringer, unzureichender Menge in Lösung gegeben sind. Unter der Annahme, dass bei den Resorptionsvorgängen eine vitale Aktion der Darmzellen stattfände, müsste bei langem Verweilen des Speisebreies im Darmkanal eine absolut vollständige Ausnutzung der Solubilien stattfinden; Erfahrung und Experimente sprechen mit Bestimmtheit gegen eine derartige Annahme. Übrigens bedeutet die Hypothese eines vitalen Prinzips einen Stillstand der wissenschaftlichen Forschung; man hilft sich über unbekannte Thatsachen durch unkorrekte Annahmen, die nur dem Laien einzuleuchten vermögen, hinfort und beruhigt sich bei der seligmachenden Theorie. Die Annahme physikalischer Kräfte und Gesetzmässigheiten dagegen bei den Resorptionsprozessen regt den Forscher zu rastlosen experimentalen Prüfungen dieser Verhältnisse an. Ein Experiment für den direkten Beweis vitaler Vorgänge kann auch in spätesten Zeiten niemals nachgewiesen werden. Die Wissenschaft von den Prinzipien des Lebens wird stets von dem sichern Boden der exakten Versuche zu dem mittelalterlichen Dogma der Ärzteschulen zurückschweifen müssen.

XII. KAPITEL.

Funktion.

Unter dem Begriffe »Funktion« versteht man die Arbeitsleistung einer Zelle oder eines Zellenkomplexes im Organismus. Da jeder einzelnen Zelle im Organismus eine scharf abgegrenzte Bestimmung zukommt, die sie je nach dem Grade ihrer Entwickelung und ihres Gesundheitszustandes in höherem oder geringerem Masse zu erfüllen vermag, so empfehlen wir als osmologische Definition des untersuchten Wortbegriffes die folgende: Unter dem Begriffe »Funktion« versteht man die mehr oder minder vollständige Erfüllung der einer Zelle oder einem Zellkomplexe im Organismus zugewiesenen Arbeit. Gemessen wird die Arbeitsleistung einer Zelle an dem Produkt ihrer Thätigkeit, also bei secernierenden Zellen am Sekrete, bei motorisch wirksamen Zellkomplexen an der Energieleistung, d. h. dem Produkte aus der erzeugten Kraft und dem zurückgelegten Wege dieser Kraft, bei chemisch wirksamen, nicht secernierenden Zellen (Blutkörperchen etc.) an der Gewichtsmenge des von der Zelle chemisch verarbeiteten Stoffes etc. Die Definition der chemischen Arbeit nach Ostwald erscheint praktisch unausführbar; ausserdem genügen dem Arzte Vergleichswerte. Es ist z. B. die Funktion einer Muskelgruppe, die 100 kg 1 m hoch zu heben vermag, A = 100 Meterkilogramm. Die normale Funktion eines roten Blutkörperchen wird annähernd durch folgende Erwägungen gefunden. Ein Patient verbrauche in 24 Stunden 746 gr Sauerstoff. Alsdann benötigt er in 1 Minute $\frac{746}{24 . 60}$ gr O. Man habe festgestellt, dass der Patient in 1 Minute 80 Herzschläge aufweise und dass die Zahl seiner roten Blutkörperchen 5 Milliarden mal 4400 betrage. (Der Gehalt von 1 ccm Blut an Erythrocyten sei durch die Blutkörperchen-Zählmethode nach Vierordt auf 5 Milliarden festgestellt; der menschliche Körper enthält im gesunden Zustande beim Erwachsenen ca. 4400 ccm Blut.) Alsdann verteilen sich die während der Zeit eines Herzschlages, d. h. während $\frac{1}{80}$ Minute verbrauchten $\frac{746}{24 . 60 . 80}$ gr Sauerstoff auf fünf Milliarden mal 4400 roter Blutkörperchen, d. h. 1 Blutkörperchen bindet im gegebenen Falle (normale Durchschnittswerte eines männlichen Erwachsenen) $\frac{746}{24 . 60 . 80 . 4400 . 5 \text{ Milliarden}} = 0{,}00000002943$ Mikra O,

wenn man von der relativ geringen physikalischen Absorption des Sauerstoffes im Plasma absieht (1 Mikron $= \mu = \frac{1}{1000}$ mgr). Allgemein ausgedrückt ergiebt sich als **Funktionsformel der roten Blutkörperchen unter normalen oder pathologischen Verhältnissen**:

Formel XIV. $\Omega = \frac{St}{1440 \cdot P \cdot B}$, wenn

Ω = Funktion eines Erythrocyten,
St = Gewicht des in 24 Stunden verbrauchten Sauerstoffes in gr-Einheiten,
P = Zahl der Pulsschläge in 1 Minute,
B = Anzahl der roten Blutkörperchen im Körper (bestimmt aus dem Produkte von der Zahl der Erythrocyten im ccm und 4400).

Die Funktion eines Erythrocyten ist also proportional der durch ihn *gebundenen* Sauerstoffmenge (nicht etwa nur von der *zugeführten* Sauerstoffmenge abhängig) und indirekt proportional der Zahl der Pulsschläge und der Anzahl der Erythrocyten im Blute. Die Bedeutung dieser aufgestellten Proportionen ist die folgende: 1. Man vermag die Funktion, die Arbeitsfähigkeit des einzelnen Erythrocyten nicht dadurch zu erhöhen, dass man mehr Sauerstoff der Lunge zuführt, sobald nur das rote Blutkörperchen chemisch mil Sauerstoff gesättigt ist. Wir werden in unseren Untersuchungen über Sauerstofftherapie den Beweis erbringen, dass unter gewissen pathologischen Verhältnissen die Funktion eines Erythrocyten aus dem Grunde herabgesetzt sein kann, dass infolge mechanischer Druck- und Stauungshindernisse nicht die erforderliche Menge bindungsfähigen Sauerstoffes den Blutkörperchen zugeführt wird, sodass scharf charakterisierte Indikationen einer künstlichen, erhöhten Sauerstoffzuführung bei diesen (und *nur* bei diesen) Erkrankungen gegeben sind, *während* bei *echten Blutkrankheiten*, wo *die Funktion der Erythrocyten durch die abnorme Verminderung der Zahlengrösse* Ω *herabgedrückt ist*, d. h. wo die Fähigkeit der roten Blutkörperchen, eine für die Norm festgesetzte Anzahl von Bindungseinheiten Sauerstoff aufzunehmen, verringert ist, *eine Sauerstoffzuführung von illusorischem Werte ist.* 2. Steigt bei beliebigen pathologischen Erscheinungen (soweit sie nicht die Folge echter Blutkrankheiten sind) die Anzahl der Pulse, so *sinkt* die Funktion eines Erythrocyten; die letztere wird gesteigert

durch ein Sinken der Pulszahl. Da schwere Erkrankungen in der Regel mit Fieber einhergehen, und dieses in den weitaus meisten Fällen erhöhend auf die Pulszahl einwirkt, so kann man diesen Satz auch in der folgenden Form aussprechen: Bei Fieberkrankheiten ist in der Regel die Funktion der Erythrocyten herabgesetzt. Dabei ist daran zu erinnern, dass die vermehrte Zahl der Atemzüge gemäss der obigen Formel absolut keinen Einfluss auf die Funktionsschwächung der roten Blutkörperchen auszuüben vermag, ebensowenig wie sie etwa als eine direkte Folge der Temperaturerhöhung erscheint. Der zuletzt gegebene Satz ist durchaus kein pathologisches Paradoxon, obgleich er anscheinend den bekannten Thatsachen der im Fieber erhöhten Oxydation im Körper widerspricht. Diese Konsequenz ist nur aus dem Grunde nicht sofort einleuchtend, weil man die Beobachtung nicht stets vor Augen hat, dass in einem kranken, geschwächten Organismus durch Einzelteile eine geringere Energie als in der Norm entfaltet wird und dass der einzelne Arbeitseffekt doch ein subnormaler sein muss. Unter Energie versteht man demnach einen von der Zeiteinheit unabhängigen Arbeitseffekt eines Körpers. Bei einem Pulsschlag leistet nämlich ein Erythrocyt bei Fieberkrankheiten in der That eine geringere Arbeit als normal; aber durch die erhöhte Zahl der Pulse in der Zeiteinheit wird der Arbeitseffekt übernormal. Wir vermögen aus der obigen Formel noch folgenden interestanten Schluss zu entnehmen. Wenn bei einem Patienten:

Ω_1 = Funktion eines Erythrocyten im gesunden Zustande
Ω_2 = Funktion eines Erythrocyten im kranken Zustande
S_1 = Gewichtsmenge des von einem Erythrocyten normal gebundenen Sauerstoffes
S_2 = Gewichtsmenge des von einem Erythrocyten pathologisch (oder bei physiologischen veränderten Bedingungen) gebundenen Sauerstoffes
P_1 = normale Pulszahl
P_2 = abnorme Pulszahl

so folgt: $\Omega_1 = \frac{S_1}{1440 \; P_1 \; B_1}$ und

$\Omega_2 = \frac{S_2}{1440 \; P_2 \; B_2}$, also

$$\frac{O_2}{O_1} = \frac{P_1\ S_2}{P_2\ S_1}$$

Bezeichnet man den Quotienten $\frac{\Omega_2}{\Omega_1}$ mit $\underline{|\Omega}$, so ist für den Erythrocyten die **pathologische Funktionsänderung**:

Formel XV: $$\underline{|\Omega} = \frac{P_1\ S_2}{P_2\ S_1}$$

Unter dem Begriffe der **Funktionsänderung** ($=\underline{|\Omega}$) verstehe ich das Verhältnis der pathologischen Funktion einer Zelle oder eines Zellkomplexes zu ihrer normalen Funktion. Die osmologisch ausserordentlich wichtige Beziehung der Funktionsänderung lautet also:

Formel XVI: $$\underline{|\Omega} = \frac{\Omega_2}{\Omega_1}$$

Gesetz: Die Grösse der Funktionsänderung bestimmt die Krankheitsphase. (Graduelle Diagnostik, nach Zikel.)

3. Aus der zuerst gegebenen Formel ergiebt sich ferner: Die Funktion eines Erythrocyten wächst und sinkt im umgekehrten Verhältnis der Gesammtzahl der roten Blutkörperchen im Blute. Aus diesem Ergebnisse lässt sich ohne weiteres der Schluss ziehen, dass bei Anämien und grossen Blutverlusten, gleichgültig, ob sie künstlich oder pathologisch erzeugt sind, die Funktion der Erythrocyten erhöht ist, desgleichen in allen Zuständen, die eine Verminderung der Anzahl der roten Blutkörperchen bedingen. Ferner ergiebt sich die Thatsache, dass durch Kochsalzinfusionen die Funktion der Erythrocyten unbeeinflusst bleibt, dass die therapeutische Wirksamkeit der Einführung einer physiologischen Kochsalzlösung in die Blutbahn also in anderweitigen Bedingungen ihre Erklärung finden muss.

Wir haben in der osmologischen Cellularpathologie diese Verhältnisse eingehend erörtert.

Von grösserer Bedeutung als die Funktion der Erythrocyten hat sich nach den bisherigen Ergebnissen die osmologische Bestimmung der Funktion des Blutserums erwiesen. Ehe wir jedoch an die Darlegung der Funktionsverhältnisse des Serums herantreten können, müssen wir uns dazu entschliessen, eine Frage von geradezu fundamentaler Wichtigkeit für die gesamte Medizin endgültig zu entscheiden, die allgemein angenommen

und, allerdings mit relativ geringen Beweismitteln, verteidigt worden ist. Nach allen bisherigen osmologischen Erfahrungen darf für die resorbierenden, secernierenden und excernierenden Zellen eine lebendige Zellthätigkeit in Frage gestellt werden. Dieser Satz, welcher der Denk- und Anschauungsweise der modernen Medizin sich gegenüberstellt, findet seine Begründung in den folgenden Erwägungen über das Verhältnis der Salze im Körper. Wir betrachten osmologisch die aufgenommene menschliche Nahrung als eine Mischung von solubilen und insolubilen Stoffen. Unter solubilen Stoffen fassen wir diejenigen Substanzen zusammen, die in irgend einer Weise im Körper in Lösung oder Emulsion überzugehen vermögen, sei es, dass sie an sich schon löslich waren (solubile Substanzen ersten Grades), sei es, dass sie durch chemische Umwandlungsprozesse in lösliche Substanzen im Organismus übergeführt werden können (solubile Substanzen zweiten Grades). Es ist vorteilhafter, statt der einfacheren Ausdrücke »verdaulich« und »unverdaulich« die oben gewählten Benennungen »solubil« und »insolubil« einzuführen, da die Begriffe löslich und solubil nicht völlig kongruent sind. Die gegebene Definition zeigt, dass man »solubil« nicht mit »löslich«, sondern eher mit »in Lösung befindlich oder überführbar« übersetzen darf.

Im Munde, im Magen und im Dickdarm wird der als Nahrung eingeführten Mischung von solubilen und insolubilen Substanzen eine Reihe solubiler Stoffe aus dem Serum in Form der Sekrete zugefügt. Es ergiebt sich also als erste Funktion des Serums die Sekretion, d. h. die Ausscheidung solubiler Substanzen. Durch diese secernierten solubilen Substanzen werden hauptsächlich im Magen und Dickdarm die solubilen Nahrungsstoffe zweiten Grades (Stärke etc.) in solche ersten Grades übergeführt. Im Dünndarm erfolgt die Aufnahme dieser solubilen Verwandlungsprodukte und der solubilen Nahrungsstoffe ersten Grades in das Serum; die insolubilen und und der überschüssige Teil der solubilen Stoffe werden excerniert. Es ergiebt sich demnach als eine Energieaufnahme des Blutserums die Resorption, d. h. die Aufnahme potentieller Energie in Form solubiler Substanzmoleküle. Die aufgenommenen solubilen Stoffe werden vom Serum in den einzelnen Zellen abgelagert, ohne dass der Transport dieser Stoffe von der Aufnahme- zur Abgabestelle eine Funktion des Serums sei. (Die Blutbewegung ist eine Funktion des Herzens und wird nur

passiv vom Serum, wenn ich so sagen darf, als Medium des Angriffpunktes der Kraft des Herzens, ausgeführt). Als zweite Funktion des Serums stellt sich demnach die Gewebsernährung dar, d. h. die Ausscheidung solubiler Substanzen aus dem Serum. Der überschüssige Gehalt des Serums an solubilen Substanzen wird in den Nieren abgegeben; eine vierte Funktion des Serums ist also die Exkretion des Harnes, d. h. die Ausscheidung solubiler Substanzen aus dem Serum. Als fünfte und letzte Funktion des Serums erweist sich die Abscheidung der bestimmten übrigen Stoffe, wie Schweiss, Schleim, Cerumen, die CO_2 der Atmungsluft (Verbrennungsprodukt der Fette und Kohlehydrate). Es ergiebt sich also als Beziehung für normale Befunde die **Stoffwechselformel:**

Normale Blutserumfunktion = Abgabe von solubilen Molekülen d. h.:

Formel XVI. $\dfrac{\Omega = (d + e_1 + f_1)}{\text{normal ist } \Omega - (d + e_1 + f_1) = b + c)}$

b = Resorbierte Nahrungssolubilien
c = Zellprodukte (Spaltungsprodukte aus den Geweben)
d = Exkret- + Sekretsolubilien der Schleimhäute, Haut und grösseren Drüsen (ausser den Nieren)
e_1 — In den Zellen abgelagerte Solubilien
f_1 = Harnsolubilien

} Gewicht in gr-einheiten

Ist die Abgabe, z. B. f_1 verringert, so sinkt die Serumfunktion, vice versa. Ist Aufnahme und Abgabe gleichmässig verringert, (Anämien, Cachexieen), so kann Ω normalen Befund ergeben; dieser Fall wird aber äusserst selten eintreten, da Anämieen und Kachexieen etc. mit erhöhtem Zerfall des Körpereiweisses einhergehen, sodass c vergrössert ist und die Abgabe dadurch die Aufnahme überwiegt. Überwiegt die Abgabe, so wird $(d + e_1 + f_1)$ die Zahl $(b + c)$ überwiegen, also der Wert von Ω ansteigen. Der Summand e_1 zeigt den Überschuss an Nahrungssolubilien an, den der Körper zum Wachstum vom Serum erhält; er charakterisiert demnach das Serum als Nutritionsflüssigkeit. Der Ausdruck $(e_1 - c)$ stellt das Wachstums-Material, $(d + f_1)$ das Se- und Exkretions-Material dar.

(Es ist zu bemerken, dass d in ausserordentlich geringer Menge wieder mit b aufgenommen wird, da es teils chemisch verwandelt, teils ausgeschieden wird.)

Bezüglich der hypothetischen lebendigen Kraft der Zelle kann man nun die folgenden drei Annahmen machen:

1. Die Erscheinungen der Resorption, Se- und Exkretion etc. beruhen auf rein physikalischen Vorgängen (Osmose und Filtration), ohne Zuhilfenahme einer besonderen vitalen Kraft der Zellen.
2. Sie beruhen nur auf vitalen Vorgängen in der Zelle.
3. Physikalische und biologische Prozesse ergänzen einander bei den Organfunktionen.

Osmologisch differenziert würden diese drei Annahmen demnach folgendermassen sich darstellen lassen:

Fall 1	Serumfunktion $= \Omega_1$	Funktion aller sezernierenden, exzernierenden, resorbierenden Zellen = Null.
Fall 2	„ $= \Omega_2$	Funktion der genannten Zellen $= \Omega_3$.
Fall 3	„ = Null	„ „ „ „ $= \Omega_4$.

Unter der Funktion der Zellen resp. des Serums versteht man im vorliegenden Falle die Arbeit, welche geleistet werden muss, um den ursprünglichen, konstanten Gehalt des Serums an Gewichtsteilen Salze (v. Korányi), den wir = a setzen mögen, auf $a + b + c$ zu erhöhen und von dieser Grösse durch Ausscheidung von $(d + e_1 + f_1)$ auf die Konstante a wieder zurückzuführen. Untersucht man von diesem Standpunkte aus die gegebenen drei Fälle genauer, so ergeben sich die folgenden Gleichungen:

$$\Omega_1 = \Omega_2 + \Omega_3$$
$$\Omega_4 = \Omega_2 + \Omega_3 \text{ und}$$
$$\Omega_1 = \Omega_4$$

Aus den gegebenen Definitionen lässt sich folgern, dass zur Bestimmung der Funktion des Serums sein Gehalt an Salzmolekülen dient, d. h. dass die Serumfunktion durch osmotische Druckmessung angegeben werden kann, da die osmotische Spannung einer Lösung ein Mass für die Konzentration derselben abgiebt:

Formel XVII. $$\frac{O_a}{O_b} = \frac{m_a}{m_b}$$ (cf. Formeln), wenn

O_a = , O_b = osmotischer Druck zweier beliebiger Substanzlösungen

m_a = , m_b = Anzahl der gelösten Moleküle in denselben (nach der Dissociation der darin enthaltenen Elektrolyten)

Da aber auch

Formel XVIII. $\frac{\Delta_a}{\Delta_b} = \frac{\Theta_a}{\Theta_b}$ ist, wenn

$\left.\begin{matrix}\Delta_a = \\ \Delta_b = \end{matrix}\right\}$ Gefrierpunkte der Flüssigkeiten, so folgt ohne weiteres, dass das Verhältnis der Gefrierpunkte des normalen Serums (Salzgehalt = a) und des veränderten Serums (Salzgehalt = a + c oder Zwischenstufen von a und a + c, oder endlich eines pathologisch veränderten Serums vom Salzgehalte n) gleich der Funktionsänderung des Serums sind, also für normales oder pathologisch verändertes Serum.

Formel XIX. $\underline{|\Omega} = \frac{\Delta_2}{\Delta_1}$, oder:

Formel XX. $\underline{|\Omega} = \underline{|\Delta}$, wenn

Δ_2 = pathologisch oder physiologisch (nach reichen Mahlzeiten etc.) veränderter Gefrierpunkt des Blutserums

Δ_1 = normaler Gefrierpunkt des Serums.

Man würde unter den Prämissen des ersten Falles beispielsweise bei einer Erkrankung des Nierenparenchyms bis zu einem gewissen Grade und unter gleich zu erörternden Bedingungen trotz des pathologisch-anatomischen Befundes hyaliner Cylinder etc. normale Gefrierpunktswerte erhalten können.

Die Bedingungen, unter denen diese normalen kryoskopischen Befunde erzielt werden dürften, entsprechen der folgenden Überlegung. Wenn man auch die Diffusionsprozesse des Körpers als solche rein physikalischer Natur auffasst, so muss doch als Grundbedingung der Ermöglichung eines osmotischen Vorganges eine Scheidewand (der beiden getrennten Flüssigkeiten) von ganz bestimmter physikalischer Struktur angenommen werden. Durch eine anatomische Erkrankung der Zellkomplexe, welche eine Scheidewand für die diffundierenden Flüssigkeiten bilden (z. B. das Nierenparenchym, die Materie der Darmzotten, der Drüsenwandungen etc.) kann nun, wenn es sich um eine chemische Veränderung der Zellwand handelt, eine nur geringe Änderung der physikalischen Struktur eintreten, und in solchen Fällen würde in der ersten Annahme die Zellwand trotz ihrer Erkrankung sich nahezu wie eine normale Scheidewand verhalten, und die kryoskopischen Befunde

würden in diesem Falle in der That auch in den Grenzen der Norm liegen. Tritt dagegen eine Strukturänderung höheren Grades in der trennenden Zellenschicht ein, so wird man naturgemäss auch im ersten Falle pathologische kryoskopische Befunde erzielen.

Völlig andere Konsequenzen aber ergiebt die Betrachtung des dritten Falles in Bezug auf seine osmologischen Ergebnisse. Würde unter diesen Prämissen das Serum erkranken, die funktionierenden Zellen aber unverändert normal bleiben, so würden sich doch in jedem Falle nur pathologische kryoskopische Resultate nachweisen lassen, da nach der Annahme das Serum in seiner chemischen Natur geändert wäre. Erkranken aber die Zellen, so müssen sich unter allen Umständen ebenfalls pathologische Befunde ergeben, da ja die angenommene vitale Kraft der Zellen geändert wäre, also eine abnorme Arbeitsleistung, sei sie erhöht oder erniedrigt, d. h. eine Funktionsänderung eintreten müsste. Bei den Prämissen des dritten Falles wäre also bei einer Erkrankung von Serum oder Zellen die Erzielung normaler kryoskopischer Versuchsergebnisse in jedem Falle ausgeschlossen. Die analoge Erwägung des zweiten Falles lässt den Schluss zu, dass er sich in allen seinen Konsequenzen an diesen letzteren Fall anschliesst.

Es ist nun durch die Untersuchungen von v. Korányi, Kümmell, v. Limbeck, Casper und Richter u. a. mit Sicherheit wenigstens für das Nierenparenchym festgestellt worden, dass bei gewissen, nicht unbedeutenden pathologisch-anatomischen Veränderungen der Nieren dennoch normale Gefrierpunkte von Blut und Harn in nicht seltenen Fällen nachgewiesen sind. Demnach wäre die Annahme einer spezifischen Zellthätigkeit als unwahrscheinlich abzulehnen.

Casper und Richter, denen das unbestreitbare Verdienst zugerechnet werden muss, den Einzelkatheterismus der Nieren in die kryoskopische Praxis eingeführt zu haben, und die uns so Aufschlüsse über die Einzelfunktion der Nieren zu geben vermochten, haben durch ihre trefflichen Resultate (Funktionelle Nierendiagnostik m. bes. Berücks. der Nierenchirurgie, Berlin-Wien 1901), von denen ich bei mehreren Gelegenheiten einige durch meine Formeln geprüft habe und in den betreffenden Kapiteln dieser Schrift als zuverlässig bezeichnen konnte, diese Annahme rein physikalischer Prozesse bei der Harn-

absonderung etc. nicht widerlegen wollen. Denn wenn auch durch ihre Versuche unzweifelhaft festgelegt ist, dass bei der Erkrankung einer Niere die andere einen erhöhten Gefrierpunkt in ihren Sekreten aufweist, so ist damit doch nur gesagt, dass das Serum an sich nicht erkrankt ist, sondern eben nur seine volle Funktion zu erfüllen vermag, unabhängig von den kranken Zellkomplexen, welche die osmotischen Vorgänge durch physikalische Strukturänderungen behindern oder aufheben. Diese Thatsache kann man mit evidenter Sicherheit experimentell nachweisen. In dem angegebenen osmotischen Grundversuche prüfe man zunächst den Salzübergang von der Kochsalzlösung in destilliertes Wasser innerhalb 8 Tage und finde ihn = m gr. Nun füge man statt der Scheidewand eine andere von folgender Zusammensetzung ein: Die eine Hälfte der Scheidewand bestehe aus der zuerst angewandten Membran, die andere Hälfte aus einer Thonscheibe. Ferner setze man einen dritten Versuch so an, dass statt der Thonscheibe eine Glasscheibe die fehlende Hälfte der Membran ersetzt, und einen vierten Versuch, indem die Hälfte der Membran Thon, die andere Glas ist, sodass also die vier Versuche folgende Scheidewände aufweisen: Versuch I (Membran). Versuch II ($^1/_2$ Membran, $^1/_2$ Thon). Versuch III ($^1/_2$ Membran, $^1/_2$ Glas). Versuch IV ($^1/_2$ Thon, $^1/_2$ Glas).

Man prüfe nun innerhalb derselben Zeit von 8 Tagen den Salzübergang in gr-einheiten beim zweiten und dritten Versuche und wird ebenfalls das Resultat m gr erzielen. Es gehen bei gleichem Lösungsvolum aus A m gr Salz nach B hinüber, gleichgültig, ob die Scheidewand grösser oder kleiner ist, also ist die Diffusionsgeschwindigkeit eines gegebenen Volumens Lösung nahezu im umgekehrten Verhältnisse des Querschnitts der Trennungsmembran erhöht (Zikel).

Übertragen wir dieses Experiment in seiner Anwendung auf die Verhältnisse der Nieren, so würde Versuch I die beiden gesunden Nieren, Versuch II eine gesunde und eine veränderte Niere, Versuch III eine gesunde und eine völlig ausgeschaltete Niere und Versuch IV eine veränderte und eine völlig ausgeschaltete Niere darstellen.

In den dargestellten vier Versuchen wandert die gleiche Solubilienmenge von A nach B, gleichgültig, ob die supponierte eine Niere unveränderte (normale) oder veränderte (pathologische) Bedingungen aufweist. Der vierte Versuch ist insofern von beson-

derem Interesse für die Darstellung der Harnsekretionsvorgänge im Organismus, als er eine veränderte Diffusionsgeschwindigkeit der gelösten Substanz aufweist und somit mit den kryoskopischen Befunden beim Menschen in den Fällen übereinstimmt, wo die Funktion einer Niere verändert und die der anderen Niere gleich Null infolge pathologischer Prozesse geworden ist. In diesem Falle ist nämlich das Resultat der osmologischen Harn- und Blutuntersuchung ebenfalls ein abnormes, also eine Funktionsänderung nachweisbar.

Ich wollte mit den bisherigen Darlegungen über den Begriff der Funktion des Serums nicht den Beweis erbringen, dass meine aus Formeln und Erfahrungen hergeleitete Annahme als einzige die Vorgänge der Sekretion, Exkretion und Resorption und die bisher darüber angestellten Experimente zu erklären vermag, sondern es muss zugegeben werden, dass auch die theoretische Zellthätigkeit diese Prozesse in befriedigender Weise zu erklären vermag. Aber es erschien zweifellos, dass diese Hypothese der vitalen Vermittelung der Zellen bei diesen Prozessen von einer exakten Naturwissenschaft, wie wir unsere Medizin in den letzten Dezennien mehr und mehr mit Stolz zu nennen berechtigt waren, fallen gelassen werden würde, wenn es gelänge, die genannten Vorgänge im Organismus auf rein physikalische und chemische Gesetzmässigkeiten in ausreichend bewiesenen Deduktionen zurückzuleiten. Indessen möchte ich zum vollen Verständnis dieser Thatsachen auch die herrschende wohlbegründete Meinung über das Mitwirken der Zellthätigkeit bei den angeführten Erscheinungen wiedergeben, eine Meinung, die, soweit ich die Litteratur überblicke, nur zur Erklärung gewisser Thatsachen bei der Resorption etc. angenommen wurde ohne jemals experimentell in irgend einer Weise gestützt worden zu sein, die also mehr auf ärztliche Erfahrungen als auf Beweismittel sich beruft.

Die moderne Anschauung der »Vikariation« eines gesunden Zellkomplexes oder Organes für die erkrankten Teile eines gleichwertigen Organes stützt sich auf einige leicht beweisbare, bekanntere Fälle des vikariierenden Eintretens eines gesunden Gewebes für ein krankes, z. B. bei den Lungenflügeln etc. (Das klinische Bild der vikariierenden Mehratmung der gesunden Lungenseite für die kranke lässt sich gut osmologisch darstellen, wenn wir die chemische (nicht mechanische) Seite der Atmungsthätigkeit nicht als eine Funktion des Lungenparenchyms darstellen, sondern

nach der oben gegebenen Definition als eine Funktion der roten Blutkörperchen auffassen. In diesem Falle ist es erklärlich, dass eine voluminöse Erkrankung des Lungenparenchyms ohne hervorragenden Einfluss auf die Atmungsfunktion bleiben wird, dass also Ω der Erythrocyten sich annähernd gleich bleibt. Dies kann aber nur dadurch erreicht werden, dass eine (vikariierende) Mehratmung auf den gesunden Teilen des Lungenparenchyms eintritt, und zu diesem Zwecke die mechanische Funktion der Brustmuskeln erhöht wird. Man sieht, dass auch in diesem Falle eine besonders erhöhte Zellthätigkeit nicht angenommen zu werden braucht.

Man erklärt sich diese Vikariation als eine Folge der erhöhten Mehrleistung eines gesunden Organteiles für einen anderen, also als eine erhöhte Funktionsfähigkeit der unverändert gebliebenen Zellen nach dem von W. Roux gegebenen Prinzipe der »funktionellen Anpassung«. Dass in der That eine erhöhte wirksame Kraftentwickelung in der Zelle als Ausdruck der lebenden Thätigkeit derselben vorkommen könne, diese Anschauung wird vorläufig noch nicht widerlegt werden können, und auf ihr baut Roux seine Hypothese auf. Ich entnehme den W. Roux'schen Ausführungen die wörtliche Definition der funktionellen Anpassung, um dem Leser ein möglichst unbeeinflusstes, freies Urteil über diese Verhältnisse zu ermöglichen. »Unter dem Vermögen der »funk»tionellen Anpassung« versteht man die Fähigkeit der m e i s t e n Organe, durch verstärkte Ausübung ihrer Funktion sich in höherem Masse g e s t a l t l i c h an dieselben anzupassen, wie umgekehrt auch durch längere Zeit hindurch andauernde geringe Ausübung der Funktion in ihrer Leistungsfähigkeit herabgesetzt zu werden ... (Die Benennung der gestaltlichen Produkte dieser Thätigkeit als »funktionelle Anpassungen« nach dem Vorschlage dieses Autors ist logisch verwerflich. Der Verf.) . . . Die funktionelle Anpassung ist eine quantitative und eine qualitative. Die quantitative funktionelle Anpassung vergrössert bei nicht zu rascher Steigerung der mittleren Funktionsgrösse die Grösse des Organes so lange, bis durch »Aktivitätshypertrophie« ein »morphologisches Gleichgewicht« zwischen der neuen Funktionsgrösse und der Grösse des Organes hergestellt ist.«

Es lässt sich leicht erkennen, dass W. Roux den Begriff »Funktion« wie alle neueren Autoren, nicht, wie es beispielsweise für die Osmologie notwendig ist, scharf präzisiert, sondern einfach als Übersetzung von »Arbeit« darstellt.

Zur Erläuterung der neueren Anschauung über die Vikariation wählen wir das bisher am eifrigsten studierte und bestgekannte Eintreten einer normalen Niere für eine erkrankte. Nehmen wir an, dass nach und nach die der gesunden Niere zugemutete Thätigkeit der Exkretion der überschüssigen Solubilien dadurch gesteigert wird, dass eine stetig wachsende Fläche pathologisch-anatomisch veränderten Nierenparenchyms die Funktion der afficierten Niere herabsetzte, so wird sich nach dem Gesetze der funktionellen Anpassung von Roux das gesunde Gewebe quantitativ und qualitativ den gesteigerten Anforderungen an seine Arbeitsleistung anpassen und auf diese Weise der aus der Harnblase entleerte Urin normale kryoskopische Befunde, der durch Einzelkatheterismus nach dem Vorgehen von Casper und Richter aufgefangene Urin aus dem Nierenbecken des gesunden Organes einen erhöhten Gefrierpunkt und der aus der kranken Niere entnommene Harn einen erniedrigten, einen subnormalen Gefrierpunkt aufweisen. W. Roux stellt sich übrigens der Annahme verneinend gegenüber, dass die funktionelle Anpassung eine Konsequenz der »funktionellen Hyprämie« sei, und erklärt die erstere durch eine vermehrte Nahrungsaufnahme der Zellen, infolge eines »trophischen Reizes«, der wieder durch einen »funktionellen Reiz« bedingt sei, eine Folgerung, die mit fast unwiderstehlicher Gewalt uns zu der rein physikalischen Theorie der Funktion wieder zurückführt, indem dieser angebliche Reiz den Summanden e erhöht und eine Erhöhung dieser Summanden auch ohne Annahme einer aktiven Zellfunktion, wie oben ausgeführt ist, erklärt werden kann. — Fassen wir also die wichtigsten Ergebnisse der gegebenen Erörterungen zusammen, so müssen wir folgendes anerkennen:

1. Die Annahme einer vitalen Kraft in der die Osmose vermittelnden Zellen erkennt die Funktion der Resorption etc. nicht dem Serum, sondern den betreffenden Zellen zu.

2. Die obige Annahme schliesst normalen osmologischen Befund bei Parenchymerkrankungen aus, diese ersteren sind aber bereits wiederholt mit Sicherheit nachgewiesen worden.

3. Eine experimentell gefundene Funktionsänderung im Blutserum kann nur unter der Annahme für die Diagnose der Krankheit und graduell-diagnostisch verwandt werden, wenn man sie in der That als Funktionsänderung des Serums nachgewiesen hat, d. h. wenn man dem Serum und nicht den Zellen

die alleinige Aufgabe der Aufnahme und Ausscheidung von Solubilien zuspricht. —

Alle drei Thatsachen sprechen gegen die lebendige Thätigkeit der Zelle.

Unter dem Begriffe der letalen Funktionsveränderung versteht man dasjenige Maximum der Funktionsänderung eines Organes, bei welcher seine Lebensfähigkeit erlischt. Es ergiebt sich der Satz: Die letale Funktionsänderung eines lebenswichtigen Organes oder flüssigen Mediums bedingt den Tod des Individuums. Es ist Aufgabe der Osmologie, diese maximalen Werte der letalen Funktionsänderungen für die einzelnen Organe und Flüssigkeiten zu bestimmen, um vitale Indikationen festzusetzen. Es ist unwahrscheinlich, dass speziell der Tierversuch nicht ausführlichen Aufschluss über diese Verhältnisse geben wird. (Gebiet der graduellen Diagnostik.) Wir möchten zum Schlusse unserer Ausführungen einige praktische Winke für die osmologische Bestimmung von Funktionsänderungen geben. Der Kliniker wird gut thun, sie in jedem gegebenen Falle auszuführen und als normale Werte die von v. Korányi bestimmten anzuerkennen. Naturgemäss ist es aber viel korrekter, nicht allgemeingültige Werte, sondern die normalen osmotischen Verhältnisse des betreffenden Patienten einzusetzen und zu kennen. Es ist daher empfehlenswert, bei jedem als gesund entlassenen Patienten nachträglich die normalen osmologischen Befunde festzustellen (wenigstens in Se- und Exkreten), um Erfahrungen darüber zu gewinnen, ob allgemeingültige normale kryoskopische Resultate analoge Ergebnisse bei ihrer Einsetzung in die Grösse der Funktionsänderung liefern, als individuelle, in den Grenzen der Norm liegende, Bestimmungen. Der Hausarzt hat hierin vor dem Kliniker den Vorteil, einmal oder (bei Personen im Alter der Pubertät und bei Greisen) zweimal im Jahre die normalen Werte bestimmen zu können, um bei vorkommenden Erkrankungen die Krankheitsphase und ihre Indikation sofort feststellen zu können.

Eine Funktionsänderung ist abhängig

1. von der Ausbreitung der Erkrankung $= V$,
2. von der Intensität der Erkrankung $= J_1$,

demnach besteht die Beziehung:

Formel XXI. $\underline{|\Omega} \quad V . J_1$.

Die Messbarkeit der beiden Faktoren V und J zu bestimmen ist Aufgabe der graduellen Diagnostik.

Die Möglichkeit einer Definition des Begriffes der nervösen Funktion ist nicht eher abzusehen, als bis die physikalische Zugehörigkeit und Messungsfähigkeit des physiologischen Nervenstromes erkannt sein wird. Vorläufig wird man sich mit der Thatsache begnügen, dass das Produkt aus der Summe der Reflexwirkungen und der Summe des Maximums der einzelnen Muskelfunktionen annähernd den Grad nervöser Funktion zu bestimmen vermag. Der ärztliche Blick wird bei konstanter Übung das bislang experimentell Unerforschbare mit einiger Sicherheit graduell abschätzen lernen, wenn er nach der vorstehenden Regel verfährt. Ich glaube, dass die folgende Darstellung ein einigermassen klinisch verwertbares Bild von der nervösen Funktion ergiebt und brauchbare Vergleichswerte für nervöse Funktionsänderungen erzielen lässt:

I. Man bezeichne den Grad des Kniesehnenreflexes $= R_1$ und setze:
   1. bei negativem Ausfalle: $R_1 = 0$
   2. „ normalem „ : $R_1 = 1$
   3. „ übermässigem „ : $R_1 = 2$

II. Grad des Rombergsymptomes $= R_2$
   1. bei negativem Ausfalle: $R_2 = 1$
   2. „ positivem „ : $R_2 = 2$

III. Grad der Pupillenveränderung auf Lichteinfall $= R_3$
   1. bei positivem Ausfalle: $R_3 = 1$
   2. „ negativem „ : $R_3 = 2$

IV. Grad des Fussklonus $= R_4$
   1. bei negativem Ausfalle: $R_4 = 0$
   2. „ normalem „ : $R_4 = 1$

V. Man messe nach der im Kapitel »Muskelfunktion« dargestellten Methode
   1. die Funktion der Armbeuger des rechten Armes (cgr) (cf. Figur) $= F_1$
   2. die Funktion der Armbeuger des linken Armes (cgr) $= F_2$
   } bei schräg aufwärts gerichtetem Zuge.
   3. die Funktion der Beinstrecker des rechten Beines (cgr) $= F_3$
   4. die Funktion der Beinstrecker des linken Beines (cgr) $= F_4$
   } bei vertikalem Herabstossen des Fusses v. Punkte höchster Beugung bis zur völligen Streckung des Beines.

Demnach lautet gemäss der obigen Definition die nervöse Funktionsformel:

Formel XXII. $\Omega = (1 + R_1 + R_2 + R_3 + R_4)(1 + F_1 + F_2 + F_3 + F_4)$.

Hieraus ergiebt sich als Formel für nervöse Funktionsänderungen:

Formel XXIII. $\underline{|\Omega} = \frac{1}{5z}(1 + R_1 + R_2 + R_3 + R_4)(1 + F_1 + F_2 + F_3 + F_4)$

Unter z ist hierbei der Wert der für die Norm bestimmten zweiten Klammer zu verstehen. Es sind Tabellen aufzustellen, welche die experimentell festgestellten normalen Werte des Ausdruckes $(1 + F_1 + F_2 + F_3 + F_4)$ pro Längen- und Gewichtseinheit (am besten ist kg und cm zu wählen) enthalten, z. B.:

Für normale Männer (Symbol $_1$) und Frauen (Symbol $_2$) beträgt der Coefficient z:

pro:	$\overrightarrow{kg}$	30	31	32	33	etc.
cm ↓		o_1 o_2	b_1 b_2	c_1 c_2	d_1 d_2	
60		e_1 e_2	f_1 f_2	etc.		
65						
70						
etc.						

} Muskelfunktionstabelle.

Man kann aus dem Vergleiche der pathologischen experimentellen Befunde eines Patienten mit derartigen Tabellen gemäss den folgenden Deduktionen der vorliegenden Schrift die nachstehenden wichtigen Funktionen des Kranken unmittelbar bestimmen:

1. Die Muskelfunktion
2. Die Herzfunktion (cf. das Kapitel »Osmologische Pathologie«)
3. Die nervöse Funktion

und es ergiebt sich hieraus die hohe Wichtigkeit, die derartigen einfachen Bestimmungen zuzumessen ist. Es erscheint empfehlenswert, für die einzelnen Krankheiten »spezifische Funktionstabellen« in der angegebenen Weise aufzustellen; diese spezifischen

Funktionstabellen müssen logischerweise einen Parallelismus mit den für die Krankheit spezifischen chemisch-physikalischen Funktionsänderungen aufweisen.

Speziell in der Einführung des Begriffes Funktion in die wissenschaftliche Medizin hat die ärztliche Erkenntnis der Vorgänge im Organismus einen fruchtbaren Aufschwung genommen, und man betrachtet mit Recht zwei Faktoren der modernen ärztlichen Forschungsweise als unentwindbare Errungenschaften der neueren Zeit: die Formel und das physikalisch-chemische Experiment. —

XIII. KAPITEL.

Osmologische Pathologie.

Spezieller Teil.

Einführung.

Unter dem Begriffe der osmologischen Pathologie seu Osmopathologie verstehen wir eine Systematik der Erkrankungen des menschlichen Körpers, soweit sie durch osmologische Funktionsänderungen bedingt oder kompliziert sind. Die Funktionsänderung eines Organs ist die experimentell bestimmbare Beziehung $\frac{\Omega_2}{\Omega_1} = \underline{|\Omega}$ (cf. »Funktion«). Was der pathologischen Anatomie das Mikroskop ist, das bedeutet der pathologischen Funktionslehre (der »Osmologie«) das Pektoskop. Was dem Anatomen die Änderung der Form von Organ und Zelle ist, das bedeutet dem Osmologen die **Änderung** der Funktion von Organ und Zelle. Gerade so wie die normale Anatomie erst Thatsache auf Thatsache häufen und sich mächtig entwickeln musste, ehe die Physiologie auf ihrer Grundlage mit mächtigen Flügelschlägen in erstaunlich kurzer Zeit sich an praktischer Bedeutung weit über sie zu erheben vermochte, so begrüsst es auch die jung aufstrebende Osmologie mit hoffnungsfreudiger Genugthuung, dass sie ihre, durch Virchow unerschütterlich fest gesicherte, Grundlage in dem nahezu vollendeten Riesengebäude der pathologischen Anatomie finden kann und von dieser grundfesten Basis aus zu raschem Aufschwunge sich erheben wird. Die mächtigsten Mittel der Osmologie sind das Experiment, die Formel und

die Erfahrung, und es widerspricht dem grossen Berufe dieser exakten Wissenschaft, wenn sie von diesen zuverlässigen Mitteln der ernsten Forschung auf das, speziell der Osmologie so unendlich verlockend nahe Gebiet der Naturphilosophie hinüberirren würde. — Soweit wir die Litteratur überblicken, stellen wir an dieser Stelle zum ersten Male eine wissenschaftliche Systematik der Krankheiten, vom Standpunkte des Osmologen aus, auf und schliessen an jede definierte Krankheit die bisher über sie bekannt gewordenen osmologischen Thatsachen an. Wir sind uns im vollen Masse der Schwierigkeit und Verantwortlichkeit eines Aufbaues einer pathologischen Osmologie auf der bisher leider nur relativ geringen Anzahl der gefundenen Thatsachen und Gesetzmässigkeiten bewusst, aber wir haben uns zu der Aufstellung dieser wichtigen Systematik um so eher entschliessen können, als wir durch die Zusammenstellung der in der gesammten neueren medizinischen Litteratur weitverstreuten Thatsachen einen Überblick über den gegenwärtigen Stand und die Ausblicke der Osmologie zu finden hofften, besonders aber, weil wir durch die wissenschaftliche Festlegung der in der Litteratur häufig missbrauchten Definitionen, Formeln und funktionell-pathologischen Anschauungs- und Denkweise von dem Kliniker und dem praktischen Arzte, dem dieses Buch speziell gewidmet ist, eine einheitliche Mitarbeit und eine Bereicherung der bisher gewonnenen empirischen und experimentellen Resultate erhoffen. Wir werden des öfteren in dieser Schrift zu erörtern haben (cf. das Kapitel »Funktion« etc.), welche bedeutsame Rolle in der Förderung der Osmologie speziell dem praktischen Arzte zuzusprechen ist, der doch an der Entwickelung der pathologischen Anatomie kaum irgend ein Verdienst sich erwerben konnte. Während diese letztere Disziplin dem Kliniker wegen des erforderlichen Leichenmaterials etc. mehr offen stand, ist zur Förderung der Osmologie dem praktisch thätigen Arzte vielleicht noch mehr Gelegenheit geboten, als dem Kliniker, da zur Feststellung der Funktionsänderungen exakte normale Befunde notwendig sind, die der erstere fast mit geringeren Schwierigkeiten zu erzielen vermag, als der Kliniker. Allerdings denken wir hierbei mehr an die Untersuchung von Se- und Exkreten, während Blutuntersuchungen wohl mehr dem Gebiete der Klinik angehören.

Eine Systematik nach streng wissenschaftlichen Grundsätzen,

wie sie in der Botanik und Zoologie angestrebt und in neuerer Zeit auch mit Erfolg bearbeitet worden ist, hat die Medizin in der Gruppierung der Krankheiten noch nicht erringen können. In den gesammten Lehrbüchern der Medizin beobachtet man das Bestreben der Autoren, die Krankheiten nach praktischen Bedürfnissen, nach äusserlichen Anhaltspunkten in Gruppen und Systeme zu ordnen, sodass die eine Gruppe von Krankheiten gemäss ihrer gleichen Ätiologie, eine andere nach der Lokalisierung des Krankheitsprozesses, eine dritte Gruppe nach gemeinsamen Symptomen zusammengestellt ist. Als Beispiel möchte ich das jüngste der bekannteren medizinischen Sammelwerke, das »Lehrbuch der inneren Medizin«, herausgegeben von Prof. Dr. Freiherr v. Mering, Jena 1901, anführen, dem wir uns im Folgenden anschliessen, und welches die folgende Anordnung der Krankheitsgruppen aufweist:

1. Die akuten Infektionskrankheiten,
2. „ Krankheiten der Atmungsorgane,
3. „ „ „ Kreislaufsorgane,
4. „ „ des Mundes, des Rachens und der Speiseröhre,
5. „ „ „ Magens,
6. „ „ „ Darmes,
7. „ „ „ Peritoneum,
8. „ „ der Leber und Gallenwege,
9. „ „ „ Bauchspeicheldrüse,
10. „ „ „ Harnorgane,
11. „ „ „ Nebennieren,
12. „ „ „ peripheren Nerven, des Rückenmarkes und Gehirns,
13. Allgemeine Neurosen,
14. Die Krankheiten der Bewegungsorgane,
15. Skrofulosis,
16. Trichinosis,
17. Blut- und Milzkrankheiten,
18. Die Krankheiten des Stoffwechsels,
19. Vergiftungen. —

Fügt man hierzu die noch fehlenden Krankheitsgruppen:

20. Hautkrankheiten,
21. Geschlechtskrankheiten,
22. Frauenkrankheiten,
23. Chirurgische Erkrankungen,

24. Kinderkrankheiten,
25. Erkrankungen von Ohr, Nase und Kehlkopf,
26. Geisteskrankheiten,
27. Zahnkrankheiten,
28. Augenkrankheiten u. s. f.,

so haben wir ein Bild der, vom wissenschaftlichen Standpunkte aus betrachtet geradezu barocken, praktisch aber vorteilhaften Systematik der Krankheiten. Wir haben lange Zeit hindurch ernste Bedenken gehabt, ob in der Osmologie diese Gruppierung der Krankheiten nach so ausserordentlich differenten Gesichtspunkten beibehalten werden solle, oder aber ob eine neue, eine osmologische Systematik aufzustellen sei. Denn es ist schwer, dem praktischen Arzte, der von der klinischen Studienzeit her gewohnt ist, die obigen Krankheitsgruppen bei den einzelnen Spezialisten zu hören, eine neue Anordnung nach ungewohnten Gesichtspunkten darzubieten. Man würde der Entwickelung der gesammten Medizin, die allerdings nicht überall eine gleichmässige und konsequente war, wenig Verständnis entgegenbringen, wenn man aus rein äusserlichen, nominellen Gründen das grosse Heer der Krankheiten in neuer Ordnung aufstellen wollte. Wir haben deshalb vorläufig von einer rationelleren Gruppierung der Erkrankungen prinzipiell absehen wollen. Indessen werden sich in absehbarer Zeit gerade für diese Frage neue Gesichtspunkte auffinden lassen, sobald es nämlich gelungen sein wird, durch die fortschreitende Entwickelung der funktionellen Pathologie **gemeinsame osmologische Gesetzmässigkeiten für neu aufzustellende Krankheitsgruppen** aufzufinden. Erst dann wird man eine rationelle Systematik der pathologischen Erscheinungen anbahnen können, und erst dann wird sich das Aufstellen dieser Systeme nach wissenschaftlichen Prinzipien als notwendig erweisen. Da das vorliegende Werk schon vor seinem Erscheinen einer aussergewöhnlich grossen Zahl von Bestellungen gegenübersteht und voraussichtlich schon im kommenden Jahre in neuer Bearbeitung und Auflage erscheinen wird, um so dem Kliniker und praktischen Arzte die neuesten wirklichen Fortschritte der Osmologie, kritisch gesichtet, sofort übermitteln zu können, und damit die vielseitig eingehenden Vorschläge, Neuerungen, Bedenken und Anerkennungen gewonnener Resultate nach sorgsamer Abwägung für unsere Wissenschaft verwertet werden können, so hoffen wir in nicht allzuferner Zeit die wichtige

Neuerung einer **wohlbegründeten Systematik der Krankheiten, gestützt auf osmologische Experimente und Erwägungen**, aufstellen zu können, die bisher wegen des geringen vorliegenden Untersuchungsmaterials unausführbar erscheinen musste. — Wenn wir im Folgenden häufig genug den einzelnen Krankeitsklassen die Bemerkung voranzuschicken gezwungen sind, dass sich noch keine gemeinsamen Gesichtspunkte für die betreffenden Gruppen im Sinne der Osmologie auffinden lassen, so beweist dies weiter nichts, als dass die Osmologie, die das Baby-Alter von kaum 4 Jahren (seit dem Erscheinen der zusammenfassenden Untersuchungen (A. v. Korányis) aufweist, eben noch eine relativ geringe Zahl von Untersuchungen auf ihren weitaus meisten Gebieten darzubieten vermag und dass ihre wissenschaftlichen Argumente eben dringend der Förderung bedürfen, wie eben auch ein Baby methodisch verhungern würde, wenn es nur von Zeit zu Zeit einen Kinderlöffel Wasser statt grosser Mengen inhaltsreicher Babymilch erhalten würde. Wir wollten durch diesen, vielleicht nicht vollständig korrekten, Vergleich nur andeuten, wie sehr die Osmologie trotz ihrer raschen Entwickelung und ihrer wertvollen Resultate für die Chirurgie etc. teils nicht voll gewürdigt, teils in relativ nur geringer Ausdehnung bearbeitet worden ist, nämlich, besonders von unseren deutschen Gelehrten, nur in den Punkten, wo sie eine sofortige Anwendung für die ärztliche Praxis zu gestatten versprach. —

In der osmologischen Darstellung der einzelnen Krankheiten haben wir konsequent das folgende Schema eingehalten:

1. Abwägung der Symptome der unkomplizierten Krankheit, soweit sie Funktionsänderungen im Organismus bedingen.
2. Einfluss der Komplikationen auf die osmologischen Prozesse im Körper.
3. Kryoskopie der Organfunktionen.
4. Resultate der anderweitigen osmotischen Spannungs-Bestimmungen.

Im Laufe der folgenden Jahre werden wir diesem Schema hinzuzufügen haben die Untersuchungen aus dem Gebiete der allgemeinen und speziellen

5. Osmodiagnostik
6. Osmotherapie
7. graduellen Diagnostik
8. therapeutischen Diagnostik.

Die strikte Befolgung des vorliegenden Schemas ermöglicht auch hier eine rasche Orientierung in den einzelnen Kapiteln. Den einzelnen Abschnitten des Schemas sind die folgenden Erläuterungen beizugeben:

Ad 1. Es sind nur diejenigen Symptome besprochen worden, die nach den bisherigen bekanntgegebenen Erwägungen die osmotischen Druckverhältnisse in höherem oder geringerem Masse beeinflussen können.

Ad 2. Erwähnt sind nur die wichtigeren Komplikationen.

Ad 3. In diesem Abschnitte sind alle anscheinend gesicherten Resultate der Kryoskopie bei den einzelnen Krankheiten, soweit sie bisher bekannt geworden sind, aus der Litteratur zusammengestellt worden. Leider lassen sie in ihrer momentanen Unvollkommenheit noch sehr wenig wesentliche diagnostische Schlüsse zu.

Ad 4. Das Verhältnis der Salze, des Eiweissgehaltes, der Gasdrucke etc. im Blutserum, Harn und den übrigen Se- und Exkreten ist nach Möglichkeit osmologisch gedeutet worden. —

Indem wir diese, vorläufig an Lücken so reiche Aufstellung einer osmologischen Pathologie bekanntgeben, sprechen wir die Erwartung aus, dass durch die wertvolle Mitarbeit der Fachgenossen in absehbarer Zeit der unfertige Grundbau dieser exakten und wichtigen Disziplin höher und vollendeter sich gestalten und so der Wissenschaft und Praxis in gleicher Weise Nutzen gewähren wird. Man denke daran, dass die pathologische Anatomie trotz ihres unentbehrlichen Wertes im wesentlichen die Diagnostik förderte, während zweifellos die Osmologie direkt befruchtend auf Diagnostik und Therapie einwirkt, da sie mit der diagnostischen Feststellung zugleich die therapeutische Indikation zu geben vermag. —

Die Stützung der osmologischen Pathologie bedarf einer so hohen Zahl der im vorliegenden Lehrbuche angegebenen methodischen Experimente, dass eine erspriessliche Fortentwickelung unserer Wissenschaft mehr im Verhältnis der Anzahl zuverlässiger Versuchsergebnisse als im Verhältnis theoretischer Reflexionen möglich sein wird. — —

In den mitgeteilten Tabellen sind die im Abschnitte »Osmotherapeutica« erläuterten osmologischen Symbole benutzt worden. Im Kapitel der Nierenkrankheiten bedeutet der Zusatz r = aus der rechten Niere, l = aus der linken Niere entnommener Harn.

XIV. KAPITEL.

Die akuten Infektionskrankheiten.

Allgemeiner Teil.

Unter dem Begriffe des Fiebers versteht man eine Erhöhung der Körpertemperatur mit charakteristischen Funktionsänderungen der Organe. Eiweisszerfall und infolge dessen Harnstoffausscheidung und Herzfunktion sind vergrössert, die Funktion der Erythrocyten infolge erhöhter Pulsfrequenz erniedrigt, durch stärkere Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe aber wieder vermehrt. Entzieht man nach einer mässigen Wärmesteigerung diese wieder, so tritt starke Diaphorese ein, wodurch Wasserverlust mit konsekutiver Resorption disponibler Flüssigkeiten, auch bei Oedemen, eintritt. (Nach Samuel.) Bei Temperaturen über 40^0 tritt meist durch letale Funktionsänderungen des Herzens der Tod ein. Bei langdauernder Wärmesteigerung kann eine Verminderung der Funktion von Herz, Muskeln, Leber, Niere infolge fettiger Degeneration unter verminderter CO_2ausscheidung erfolgen. Die Folgen langdauernder Fieber sind Gewebsdegenerationen und Gewichtsabnahme. Bei Trockennahrung (Schroth'sche Kur) entsteht angeblich ein Resorptionsfieber. Übersteigt bei der periodischen Hämoglobinämie die Menge des freien Hämoglobins ca. $^1/_{60}$ des Gesamt-Blutfarbstoffes, so wird ein Fieberanfall unter Hämoglobinurie ausgelöst. Nach Cohnheim (Allg. Path. II) verläuft die akute Nephritis wegen des freien Abflusses des Exsudates meist fieberlos. Fieber kann hervorgerufen werden durch gelöste Fermente: Fibrinferment (Edelberg, bestritten von Hammerschlag), Histozym (Schmiedeberg), Pyretogenin (Roussy), Pepsin, Invertin, Chymosin (Hildebrandt). — Das typischste Infektionsfieber ist das Wechselfieber. Es weist meist Hautanämie durch Arterienkrampf und Hyperämie der inneren Organe auf. Während des Schweissstadiums bleibt die Pulsbeschleunigung. Osmologisch interessiert das Fieber nur durch die Pulsbeschleunigung wegen ihres Einflusses auf die Funktion des Erythrocyten gemäss der Formel:

Formel XXIV. $$\Omega = \frac{S}{1440 \; P . B} \text{ (cf. Funktion),}$$

ferner wegen der Veränderungen des gesamten Stoffwechsels der Schweisssekretion u. s. w. Bei den septischen Fiebern ist der Gehalt des Blutes an gelöstem Eiweiss erhöht. (Billroth, Weber.) Da Entzündungen der Gewebe auf die Blutbeschaffenheit ein-

zuwirken vermögen, so ist die Thatsache bemerkenswert, dass alle afebril verlaufenden Gewebsneubildungen keine Entzündung aufweisen. [Fiebertypen sind: die Ephemera und Continea, beide bei Entzündungen.] Das Fieber ist eine Folge des erhöhten Stoffwechsels, der Harnstoffzunahme um das 2--3fache, der Zunahme der CO_2abscheidung um 57 %. (Nach Samuel.) Nach Pflüger und Colasanti beträgt, wenn man die Oaufnahme und CO_2-abgabe pro kg Tier und Stunde in ccm bei 0° als Einheit setzt:

Zustand	Oaufnahme	CO_2 abgabe
normal:	1	1
bei schwachem Fieber	1,201	1,088
bei starkem Fieber	1,315	1,378

Im Fieber werden mehr stickstoffhaltige als stickstofflose Substanzen verbrannt. Die Steigerung des Stoffverbrauches kann bis 100 % betragen. (Zuntz und Löwy.) Der Herzschlag wird beschleunigt, der Herzstoss verstärkt, also die Herzfunktion in doppelter Weise erhöht. Der Blutdruck ist vermindert. (Naunyn, Reichmann, Riegel.) Das Speichelsekret ist verringert, desgleichen alle übrigen Verdauungssäfte. Bei sehr hohem Fieber ist die Speichelsekretion gleich Null. Der Wassergehalt des Blutes ist (trotz des Durstes) unverändert. Die Fermente der Verdauungssäfte werden wirkungslos. Galle und Pankreassaft werden in geringerer Menge ausgeschieden und sind arm an spezifischen Bestandteilen, ebenso verhält sich der Darmsaft. Der Stuhlgang ist träge. Die Atemzüge werden zahlreicher, oft vertieft. Die Atemgrösse ist im Verhältnis 1,75 : 1 erhöht. (v. Leyden, Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1869/70. V u. VII.) Die CO_2abgabe verhält sich nach v. Leyden wie $1^1/_2$: 1, nach Senator bis 1,57 : 1, nach meiner obigen Berechnung der Pflüger-Colasanti'schen Tier-Versuche 1,09 bis 1,34 : 1. Eine epikritische Zunahme der CO_2abgabe ist nicht nachgewiesen. Bei Cachexieen ist der Gaswechsel vermindert. Mehr als die CO_2abgabe ist die Oaufnahme gesteigert. Der respiratorische Quotient sinkt in den sthenischen Fiebern von 0,8 auf 0,7—0,5, in typhösen, hektischen und pyämischen Fiebern bis 0,41, er steigt bei Rekonvalescenz bei guter Ernährung auf 1,0, bei fieberloser Dyspnoe bis 1,34 (v. Recklinghausen). Die O_2aufnahme und die Oxydation nehmen

also im Fieber zu; die CO_2abgabe hält damit nicht gleichen Schritt, demnach erscheint im Fieber nur ein geringerer Bruchteil des O als normal in der ausgeatmeten CO_2 wieder. Ein kleiner Teil des im Übermass aufgenommenen O wird auch zu oxydativen Verbindungen mit anderen Endprodukten (H_2O, NH_3) verwandt. Nach Kraus verhält sich die Sauerstoffaufnahme im Fieber zur Norm wie 1,5 : 1, die hohe CO_2ausfuhr sei der gesteigerten Muskelaktion zuzuschreiben. »Der respiratorische Coefficient hängt »auch im Fieber vom Ernährungszustande ab. Die Erhöhung des »O-Verbrauches und der CO_2abgabe erklärt sich durch den ge»steigerten Eiweisszerfall, während für gleichzeitige Steigerung des »Fettzerfalles kein ausreichender Grund vorliegt.« (Nach Samuel.) (Bestritten von G. Cavallero S. Riva Roceo.) Wichtig sind die febrilen Se- und Exkretionsstörungen. Der Harn weist die bedeutsamsten Veränderungen auf, doch different bei febris simplex und complicata. Beim aseptischen Fieber ist x reichlich (bis 1800 g pro die). Die Chloride sind bei guter Ernährung nicht vermindert (8—11 g pro die gegen 2—3 g bei septischem Fieber). Harnstoff kommt reichlich, etwa im Verhältnis der Fieberhöhe, vor.

Beim aseptischen Fieber verhalten sich die Chloride zu Harnstoff = 1 : 2—3.

Beim septischen Fieber verhalten sich die Chloride zu Harnstoff = 1 : 10—18 (Volkmann).

Das spezifische Gewicht des Harns ist erhöht, ebenso p und wie erwähnt, die Harnstoffausscheidung (40—80 gr). (Nur bei Angiocholitis nach Reynard vermindert.) Die Harnsäure ist im normalen Verhältnis zum Harnstoff vermehrt (1 : 40—70). Erhöht ist der Gehalt an Kreatinin (Hoffmann), Kali (Salkowski 3—7 fach), Ammoniak (Koppe). Vermindert sind Natron (bis 1 : 100 in der Norm), Phosphorsäure, vermehrt der CO_2-Gehalt, in geringerem Masse Eiweiss. Vermindert sind die Sekrete der Milchdrüse, Talgdrüsen, Verdauungssäfte (s. o.). Nach v. Leyden ist das Verhältnis der insensiblen Verluste zur Norm wie 1,43 : 1. Der grösste Teil hiervon ist der vermehrte Verlust an Wasser.

Die Abnahme der Funktion der Muskeln im mässigen Fieber ist relativ gering. Bei schweren Fiebern finden Degenerationen und epikritische Regenerationen statt (Liebermeister, Hoffmann, Zencker u. a.). Nach Salkowsky entstammt die vermehrte Kreatinin- und Kaliausscheidung dem Muskelgewebe. Die Erythrocyten werden meist in relativ geringer Menge aufgelöst.

Die N-Ausscheidung ist im wesentlichen gesteigert.

Das Eiweiss der Muskeln und parenchymatösen Organe zerfällt nämlich, wie erwähnt, mehr als in der Norm und bedingt die erhöhte N-Abgabe an den Harn. — Bei der Entfieberung stellt sich zumeist Schweiss ein. Die Ernährung im Fieber ist unzureichend. Die Funktion der Herz- und Respirationsmuskeln ist erhöht. Körpergewicht und Körperfett nehmen ab. Bei Fieber treten Albumosen, d. h. Hydrationsprodukte des Eiweiss auf, die vom Blute im Harn ausgeschieden werden, aber in der Norm fehlen (Krahl und Matthes).

Bei den Infektionskrankheiten werden lösliche Toxine und Antitoxine erzeugt. Oft erkrankt der Herzmuskel anatomisch. Das Blut sammelt sich hauptsächlich in den Unterleibsorganen, während Gehirn, Haut und Muskeln blutarm bleiben. Die Milz produziert wahrscheinlich lösliche Schutzstoffe und schwillt in den meisten Fällen mehr oder weniger an (Pfeiffer, Wassermann). Die Nieren entfernen die löslichen Gifte. Bei der Kryoskopie der Infektionskrankheiten denke man an den Einfluss etwaiger vorhergegangener Injektionen auf den osmotischen Druck von Serum und Harn. Naturgemäss sind hier wie bei allen Krankenuntersuchungen die vorangegangenen Medikationen zu berücksichtigen.

Nach A. v. Korányi ist im allgemeinen die Gefrierpunktserniedrigung des Blutes bei Fieberkrankheiten abnorm gering, während der Kochsalzgehalt des Blutes sich nur wenig verändert. Abweichungen von dieser Regel zeigen nur Malaria und diejenigen Krankheiten, die neben dem Fieber hemmend auf die Respiration einwirken. Im Stadium des Schwitzens sinkt die molekulare Konzentration des Blutes nicht unwesentlich, obgleich man durch die Wasserausscheidung eher eine Zunahme von δ erwarten sollte. Bei denjenigen Fieberkrankheiten, die mit einer Abnahme der Atmung einhergehen, ergiebt die Kryoskopie des Blutes abnorm grosse Werte, während der Kochsalzgehalt des Serums erheblich verringert erscheint. Diese veränderte Blutbeschaffenheit bei den angegebenen Fieberkrankheiten ist nur durch die unzureichende Atmung bedingt. Diese Thatsache lässt sich experimentell durch Sauerstoffdurchleitung durch das Blut in vitro nachweisen, und es ergaben sich bei zwei Patienten die folgenden Werte:

Vor der Sauerstoffdurchleitung:		Nach der Einwirkung des Gases:	
δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$
I 0,58	0,53	I 0,55	0,55
II 0,58	0,54	II 0,54	0,56

Ausser bei Malaria ist der Harn in allen Fieberkrankheiten chlorarm. Von diagnostischer Wichtigkeit ist diese mit aller Schärfe gegebene Präzision bei Gelegenheit der Beschreibung der Malaria in dem Symbole f zum Ausdruck gelangt (Kovács). Bei fortgeschrittenen Stadien der Tuberkulose ist δ bedeutend erniedrigt. Die Harnmenge ist vermindert, S erhöht, Harnstoff- und Harnsäureausscheidung vermehrt, die Chloride im Harn dagegen vermindert.

Spezieller Teil.

Typhus abdominalis.

Der Hauptsitz der Bazillen ist die Darmschleimhaut. Infolgedessen wird die physikalische und chemische Beschaffenheit der Zottenmembranen verändert, und dieser Einfluss macht sich in hervorragender Weise, mehr als die übrigen Symptome des unkomplizierten Typhus, auf den Summanden b in der Funktionsformel des Serums geltend. Der Harn ist meist eiweisshaltig, wodurch sein spezifisches Gewicht nicht unwesentlich modifiziert wird. Am Ende der ersten Woche treten häufig Durchfälle ein, die eine starke Änderung des Summanden d bedingen. Am Ende der ersten Woche tritt nach Curschmann das Fiebermaximum auf; in der zweiten Woche pflegt das Fieber konstant zu bleiben, in der dritten Woche wieder zu sinken. In der vierten Woche wirkt eine gesteigerte Nahrungsaufnahme und Darmthätigkeit auf c restituierend ein. In der 5. Woche sind meist Temperatur und Puls subnormal, die Funktion der Erythrocyten ändert sich in relativ ungünstiger Weise, weshalb uns die 5. Woche des klinischen typischen Typhusverlaufes als eine zweite kritische Zeit erscheint. Allerdings treten die häufigsten letalen Funktionsänderungen in der dritten Woche ein.

Dünn- und Dickdarm weisen anatomische Veränderungen auf, die besonders die osmologisch wichtigsten Teile, Peyersche Plaques und Solitärfollikel, betreffen. Nach Curschmann kommen in 5 % der Fälle Darmblutungen auf, die nicht selten mit gefährlichen Darmwandperforationen zusammen einhergehen. Von den Drüsen werden meist anatomisch verändert die Mediastinal-,

Mesenterialdrüsen und die Drüsen des Thoraxinneren. Häufig zeigt die Leber fortschreitende parenchymatöse Degenerationen, während eine Gallenstauung kaum in Frage kommt. Auch die Nieren fallen häufig einer teilweisen parenchymatösen Degeneration anheim. Der Eiweissgehalt in der zweiten Woche beträgt meist e = 5 ‰.

Der Harn enthält fast stets Indican und besonders Diazo. Die Harnmenge x ist während der Fieberhöhe vermindert, in der Rekonvalescenz erhöht (Polyurie) mit niederem spezifischen Gewichte, wahrscheinlich eine Folge des während des Fiebers retinierten Wassers. In der ersten Zeit der Erkrankung stellt sich die Menstruation meist reichlich ein, um später zu sistieren. Im allgemeinen sinkt im Verlauf einer typischen Erkrankung die Pulszahl und steigt fast nur bei schwereren Fällen konstant. Der Blutgehalt an Erythrocyten (B) und Hämoglobin sinkt während des Fiebers. In der ersten Woche tritt häufig Nasenbluten (bis zum Verluste von 800 ccm!) ein. In der Rekonvalescenz kommen häufig kleine Hautblutungen an den Unterschenkeln und Knöcheloedeme, Furunkel, Hautabscesse vor. Typisch ist die Roseola. Handelt es sich um die Differentialdiagnose zwischen Typhus und Pneumonie, so ist der Gefrierpunkt des Blutes zu bestimmen. Ergiebt der kryoskopische Befund, dass $\delta > 0{,}56^{\circ}$, so spricht er für Pneumonie; ist $\delta < 0{,}56^{\circ}$, so ist Typhus anzunehmen. **Bei Typhus kann die abnorme Blutbeschaffenheit in vitro nicht durch Sauerstoffeinwirkung korrigiert werden (v. Korányi).** Wir besitzen also in der Kryoskopie der molekularen Konzentration des Blutes ein gutes differential-diagnostisches Hülfsmittel.

Als häufigste Komplikationen kommen Bronchitis und Pneumonie mit ihren osmologischen Erscheinungen, Darmblutungen, Gallensteinbildungen, Nephritis († 50 %), febrile Albuminurie († 25 %, Curschmann), Hypostasen in den Lungen und Pleura-Exsudate in Betracht. Seltenere Komplikationen sind Perisplenitis, Infarkte und Thrombosen, Abscesse, Pylophlebitis, echte Nephritis (statt der typhösen), Cystitis mit Eiterbeimengung im Harn, die einen Mehrgehalt an Eiweiss bedingt, Orchitis, Endo- oder Pericarditis. Mit wechselnder Häufigkeit kommen Otitis, Conjunctivitis, Osteomyelitis, Arthritis etc. auf, die des besonderen Interesses entbehren. Der Kochsalzgehalt des Blutserums ist gesteigert. (v. Limbeck.) Die Menge und der Gehalt des Harns an Urobilin, Harnstoff, Harnsäure und Chloriden verhalten sich wie bei jedem

Fieberharn. In den schweren Fällen tritt Albuminurie ein. Chlornatriumvermehrung im Harn sagt drohenden Collaps voraus: Diazo ist fast ausnahmslos nachweisbar. Bei sehr bedrohlichem Krankheitsverlaufe tritt Acetessigsäure im Harn auf.

v. Limbeck analysierte 2 Fälle:

	Erythroc.	Serum : Dichte	Serum N	Serum NaCl	Serum H_2O
Fall I	5,440 Mill.	1,024	1,093 Vol.-%	0,802 Vol.-%	93,50 Gw.-%
Fall II	4,309 „	1,025	0,957 „ „	0,780 „ „	93,81 „ „

v. Korányi teilt drei Fälle mit:

	δ	$\varkappa$
Fall I	0,52°	0,60 %
Fall II	0.53°	0,58 %
Fall III	0,55°	0,55 %

Waldvogel stellte bei Typhuskranken eine konstante Erniedrigung von δ fest; in neuerer Zeit sind indessen diese Ergebnisse von Rumpel und Strauss angegriffen worden. Die oben gegebene Tabelle v. Korányis weist gerade den gegenteiligen Befund, als Waldvogel ihn angiebt, auf.

Typhus recurrens.

Der Puls ist stark beschleunigt (cf. abdominalis). Der Milztumor nimmt im allgemeinen grössere Dimensionen an, als beim T. abd. In schweren Fällen kompliziert eine akute parenchymatöse Nephritis den Typhus recurrens weitaus häufiger, als den T. abd. Mit dem Beginn derselben wird die Harnmenge spärlicher, der Gehalt des Urins an Eiweiss und Gallenfarbstoff wächst.

Influenza.

Wichtige Komplikationen sind Bronchitis, Pneumonie, Pleuritis, Magendarmstörungen, Herzsymptome. Die Katarrhe der Schleimhäute bedingen Erhöhung der Sekretion (f). Oft tritt Otitis, selten Nephritis hinzu. Der Puls ist schwach und beschleunigt, die Milz häufig vergrössert. Auf dem Höhepunkte der Krankheit ist die Harnmenge stark vermindert, der Gehalt an Uraten und Urobilin ist erhöht. Eiweiss tritt häufig in Spuren auf, eine erhöhte Menge deutet auf komplizierende Pneumonie.

Malaria.

Ein Teil des Hämoglobins wird durch die Sporozoiden zerstört. Typisch ist die Milzschwellung. Häufig tritt Herpes hinzu.

Ist bei einer fieberhaften Krankheit $f = \frac{\Delta}{NaCl} < 1{,}7$, so ist Malaria zu diagnostizieren. Im entgegengesetzten Falle ist Malaria auszuschliessen (v. Korányi). Durch denselben Autor ist ein Fall im Stadium des Anfalles analysiert:

	δ	$\varkappa$ (Serum)
Vor dem Anfalle	0,62	0,56
Am Höhepunkt	0,59	0,52
Nach dem Anfalle	0,58	0,56

Im Froststadium ist die Harnmenge vermehrt, die Harndichte verringert. δ erreicht seinen höchsten Wert vor dem Anfalle und sinkt von da an bis zum Abklingen des Anfalles. Am Höhepunkt des Abfalles tritt das Minimum von $\varkappa$ im Serum ein. Im Gegensatze zu anderen Fieberkrankheiten ist der Harn bei Malaria chlorreich.

Sepsis und Pyämie.

Die Pyämie weist gemäss ihrer Aetiologie einen höheren Eiweissgehalt im Blute auf, als die Sepsis. Oft geht der Septicopyämie eine zuweilen streng lokalisierte, zuweilen sich ausbreitende Lymphangitis oder Phlebitis voraus. Sehr häufig kündet sich der nahende Tod durch einen hyperpyretischen Anstieg des Fiebers an, dessen Konsequenz die Organfunktionen bis zur Erschöpfung herabsetzt. Gelenkschwellungen treten in vielen Fällen auf; die Symptome gleichen denen des akuten Gelenkrheumatismus. Der Puls weist in den typischen Fällen Parallelismus mit der Temperatur auf. Nach Romberg weist er aber in $^1/_8$ der Fälle eine übermässige Frequenz auf. Die Herzmuskelfunktion sinkt im Verlaufe der Erkrankung. Fast die Hälfte aller Septicopyämieen erzeugt pathologisch-anatomische Veränderungen der Herzklappen und demzufolge Funktionsänderungen des Herzens (Endo-, Myo-, Pericarditis) und Embolieen. Die Zahl B wird durch Auflösung der roten Blutkörperchen sehr verringert. Das Blutserum ist mit den Produkten des infektiösen Materiales überschwemmt.

Für die Funktionsänderung der Organe ist hier, wie überall, die Feststellung von Wichtigkeit, ob die nachgewiesenen Veränderungen der normalen Arbeitsleistung schon vor der Infektion bestanden (chronische Herzfehler etc.) oder erst durch dieselbe bedingt wurden. Die Funktion der Respirationsmuskeln ist erhöht.

Komplikationen sind Anaemia gravis, deren Symptomenbild oft schwer von dem der septischen Erscheinungen zu trennen ist,

acute Nephritis, Oedeme, Urämie, Gelenkrheumatismus, Embolieen, Herpes, Bronchitis, Pneumonie, Pleuritis, die sehr häufig neben der Sepsis einhergehen. Die Beschleunigung der Atmung ist osmodiagnostisch ohne Interesse.

Polyarthritis rheumatica.

Während des Höhestadiums der Anfälle weist der Harn die Eigenschaften des Fieberharns auf. Die Menge ist verringert, Urate und Harnsäure vermehrt; zuweilen tritt geringe Eiweissausscheidung, stark saure Reaktion, später oft Polyurie ein. V. Jaksch konnte beim Zurückgehen der Gelenkschwellung fast konstant Pepton im Harn nachweisen. (Prager med. Wochenschrift 1881, 7 u. 9.)

Strauss analysierte die molekulare Konzentration des Schweisses an 4 Fällen:

Fall	Δs
1	— 0,51°
2	— 0,52°
3	— 0,57°
4	— 0,64°

Miliartuberkulose.

In vielen Fällen sind die Venen Eintrittspforten der Bazillen. Das Gift der Bakterienleiber wird beim Zerfall der Keime vom Serum in Lösung genommen. Als ätiologisch wirksame Momente sind Masern, Unterleibstyphus, Schwangerschaft und Wochenbett zu explorieren. Bei der typhösen Form sind Fieber und Puls zu berücksichtigen, besonders aber die Cyanose experimentell zu präzisieren. Bei der pulmonalen Form erscheinen neben dem jäh wechselnden Fieber die profusen Schweisse beachtenswert. Die meningeale Form bedingt häufig Dyspnoe und Cyanose (cf. ds.).

Komplikationen sind Herpes, Pleuritis, Pericarditis etc., je nach dem Krankheitsherde.

Pest.

Die Pestsepsis geht von der Haut oder Schleimhaut aus und verbreitet sich zunächst im Lymphgefässsystem. Die löslichen Produkte der Bazillen sind im Harn nachweisbar. Typisch sind Herpes, Drüsen- und Hautaffektion.

Cholera.

Man erinnere sich, dass die Cholera die Symptome einer „Brechruhr“ mit deren bedeutsamen osmologischen Funktions-

änderungen darstellt, und dass nächstdem im wesentlichsten der Summand d der Stoffwechselformel beeinflusst wird. Durch den endlosen Durst der Kranken wird die Wasseraufnahme stark gesteigert. Die Haut ist trocken, die Temperatur subnormal. Wichtig sind das Choleraexanthem und das Choleratyphoid in Bezug auf seine lokalen Veränderungen des Magendarmkanales, besonders aber die Choleranephritis. Die Harnmenge x ist vermindert, der Eiweissgehalt sich steigernd. In Pepton- und Kochsalzlösungen finden die Bazillen einen äusserst günstigen Nährboden! (Robert Koch.) Bei Anurie sterben 57,2 % der Fälle (Rumpf). Oligurie tritt konstant ein. Eine mehr als 3tägige Anurie stellt eine prognosis pessima.

Dysenterie.

Die Hauptlokalisationen der pathologischen Veränderungen sind flexura sigmoidea des Colon und Rectum. Die Schleimhautentzündung bedingt eine erhöhte Sekretion. Eine anatomische Restitution ist bei umgreifenden Zerstörungen nur unter Nebenbildung möglich; der Wert des Summanden c in der Stoffwechselformel wird erst nach langer Zeit durch funktionelle Anpassung der gesunden Zellen zur Norm zurückgeführt. Zuweilen brechen Eiterherde in die Blutbahnen durch und versetzen das Serum mit löslichem Eiweiss. Die Durchfälle enthalten Schleim und Blut, meist auch Eiter. Der Stuhl kann bis zu 40 Mal täglich entleert werden und bedingt durch seine Häufigkeit und Dünnflüssigkeit eine erhöhte molekulare Konzentration des Blutes und demzufolge auch des Harnes. Bei der chronischen Ruhr geht die Ernährung stark zurück. Bei starken Durchfällen nimmt der Harn die Eigenschaften des Stauungsharnes an; seine Menge ist vermindert, und er enthält etwas Eiweiss. Bei der septischen Form der Dysenterie nimmt der Harn die Eigenschaften des Choleraharns an.

Diphtherie.

Die Eingangspforte sind meist die Mandeln, die unter diesen Umständen zuerst erkranken. In zweiter Linie kommen Rachen- und Nasenhöhle in Betracht. Die Entzündungen gehen mit sofort gerinnenden Exsudaten einher. Die benachbarten Gewebe schwellen ödematös an. Die anliegenden Lymphdrüsen vergrössern sich durch Hyperämie. Oft tritt eitrige Einschmelzung der Gewebe ein. Fieber kommt nicht konstant vor. Der Puls ist meist

beschleunigt. Ziemlich oft tritt febrile Albuminurie ein. Häufige Begleiterscheinungen sind Nephritis und Herpes; Nachkrankheiten sind akute infektiöse Myocarditis mit Pulsänderung, Leberschwellung, Abnahme von x, Steigerung von e_1, Verringerung der Herzfunktion, Embolieen, Lähmungen, Nephritis mit interstitieller Infiltration, Masern, Scharlach, Typhus, Keuchhusten, Miliartuberkulose, Endocarditis. Die Milz schwillt an. Man beachte Seruminjektionen und seine möglichen Folgen, wie Exanthem und Albuminurie (Romberg). Nach Kunk ist in 86 % aller Fälle Albumin nachweisbar; Prognose und Krankheitsverlauf sind um so ernster, je früher die Albuminurie auftritt. Der Fettgehalt des Harns ist meist vermehrt. Nach Monti u. a. kann das Heilserum an sich Albuminurie bedingen. In einem Falle von Diphtherie konstatierte Strauss $\Delta = 0{,}56$, und dieser normale Befund der molekularen Konzentration des Blutserums bildet einen Widerspruch zu den Untersuchungen Waldvogels über Typhusblut etc.

Tetanus.

Das von den Tetanusbazillen erzeugte lösliche Gift wird teilweise im Centralnervensystem chemisch gebunden. Die Bazillen lokalisieren sich indessen hauptsächlich nur an der Infektionsstelle. Häufig stellt sich Anurie ein ($x = o$). Oft enthält der Harn Eiweiss. Der Puls ist fast ausnahmslos beschleunigt. Das nicht häufig eintretende Fieber pflegt sich in mässiger Höhe zu halten.

(Es ist zu bemerken, dass für die Erklärung der Tetanie sich aus dem biologischen Versuche drei Theorien ergeben haben. Tetanische Krämpfe entstehen: I. infolge reicher Wasserverluste des Organismus (Kussmaul) vielleicht mit Bluthyperosmose durch starke Salzzufuhr verbunden (Nagelschmidt unter Strauss); II. infolge eines Reflexvorganges von auf die Magendarmschleimhaut applizierten Reizen; III. infolge der Autointoxikation von Giften, die im Magen entstehen.) — Wasserzufuhr wirkt auf die Krämpfe häufig günstig ein.

Meningitis cerebro-spinalis epidemica.

Zwischen Arachnoidea und Pia wird ein fibrinös-eitriges Exsudat ausgeschieden. Ueberhaupt ist die Meningitis oft reich an Eiterherden. Das Fieber ist meist hoch. Die Differentialdiagnose der epidemischen Genickstarre in den ersten Fällen stellt die höchsten Anforderungen an die ärztliche Kunst. — Meist ist im Rückenmarkskanal Eiter nachweisbar. Komplikationen

treten meist nur von Seiten der Augen und Ohren auf. Der Harn weist die Eigenschaften des Fieberharns auf. Peptonbefund im Harn spricht gegen tuberkulöse Meningitis.

Erysipel.

Die Entzündung geht ohne Eiterung einher. Die häufigste Eingangspforte des Rotlaufes ist die Nasenschleimhaut, seltener die Mandeln oder der Pharynx. Mit der Verbreitung der Streptokokken wird das infizierte Bindegewebe hyperämisch und ödematös. In die Blutbahn gelangen die Kokken wohl höchst selten. Lymphdrüsenschwellung gehört zum Typus des Erysipels. Oft bilden sich Hautblasen mit seröser, dann eitriger Flüssigkeit. Selten droht Glottisoedem. Der Puls erweist sich parallel der gesteigerten Temperatur. Häufig komplizieren Bronchitis und Bronchopneumonie die Erkrankung, zuweilen eitrige Meningitis, Otitis, Parotitis. Fieberlos verläuft das Erysipel ausserordentlich selten.

V. Limbeck analysierte 3 Fälle von Erysipel:

	Erythrocyten	Serumdichte	Serum N	Serum NaCl	Serum H_2O
Fall I	5,672 Mill.	1,026	0,957 Vol.%	0,666 Vol.%	94,0 Gw.-%
Fall II	4,872 „	1,030	1,234 „ „	0,650 „ „	92,6 „ „
Fall III	5,654 „	1,027	1,096 „ „	0,715 „ „	93,3 „ „

Nach demselben Autor ist der Chlornatriumgehalt des Serums hierbei typisch vermindert.

Scarlatina.

Die Infektion erfolgt meist von den Mandeln aus. Erbrechen charakterisirt den Beginn der Krankheit. Das Fieber steigt sehr hoch. Die Funktionsänderung des Herzens kann leicht zur letalen werden.

Komplikationen sind cerebrale Störungen, Scharlachdiphtherie, Lungenerkrankungen, acute Nephritis, rheumatoide Gelenkveränderungen, Herzerkrankungen. — Die Hautgefässe zeigen das Bild der Hyperämie. Meist tritt eine Schwellung der axillaren, supraclavicularen und inguinalen Lymphdrüsen auf. Magendarmsymptome mit Diarrhoeen und Blutungen sind nicht selten. Die gefürchtete Scharlachnephritis ist an plötzlich einsetzender Oligurie frühzeitig zu diagnosticiren, ein Emporsteigen der Harnmenge hierauf ist ein signum boni ominis.

Morbilli.

Fast stets geht Bronchitis neben der Infektion einher. Der Harn weist Diazo auf. Häufig sind kapilläre Bronchitis und

Bronchopneumonieen die Folgeerscheinungen der Masern. Nicht selten ist fibrinöse Pleuritis anatomisch nachweisbar. Ausgedehnte Exsudate finden sich selten vor. Vereinzelt kommen Otitis, Lymphangitis, Dysenterie hinzu. Wichtig sind die Schleimhautkatarrhe im Beginn der Erkrankung. In schweren Fällen ist hämorrhagische Diathese mit konsequenter Hämaturie häufig.

Rubeola.

Auch die Röteln beginnen mit Schleimhautkatarrhen. Nachkrankheiten oder Komplikationen sind wenig bekannt. Das Fieber ist gering, der Puls wenig hypernormal. Nephritis kompliziert wohl nie das Krankheitsbild.

Variola und Variolois.

Das Hauptinteresse der Osmologen bedingt die profuse Ausbreitung der Eiterherde. Der Harn enthält meist nicht unwesentliche Mengen Eiweiss. Septicopyämie von den Eiterherden aus, sowie Glottisoedem sind nicht selten Folgezustände der Infektion. Die schwarzen Blattern bedingen ein genaues Studium der Quantitätsverhältnisse der Blutergüsse.

Varicella.

Zur Eiterbildung und stärkerem Fieber kommt es in der Minderzahl der Fälle. Die Funktionsänderungen differieren wenig vom Werte 1. Septikopyämie kompliziert selten das Krankheitsbild, ebenso acute hämorrhagische Nephritis, die zu Oedemen und Urämie führen kann. Bei Gelegenheit kommen Komplikationen mit Masern oder Scharlach vor.

Febris exanthematica.

Auswurf, Schweiss und Harn enthalten den Infektionsstoff in geringen Mengen. Erbrechen tritt häufig ein. Alle Funktionsänderungen sind umfangreich. Der Harn enthält öfters Eiweiss und Diazo. Von den äusseren Symptomen fallen Kongestionen und Gedunsenheit des Gesichts auf. Das Fieber schädigt den Körper schwer durch die Länge seiner Dauer und seine nahezu konstante Höhe. Nicht selten besteht Anurie oder Ischuria paradoxa. Mässig häufige Komplikationen sind Perichondritis der Aryknorpel mit konsequenter Vereiterung, Bronchitis, Bronchopneumonieen, Exsudate, Herpes, Rückfallfieber, sehr selten treten Septikopyämie und epidemische Genickstarre hinzu.

Anthrax.

Der entstehende Infektions-Karbunkel lässt die umgebende Haut enorm infiltrirt und hyperämisch erscheinen. Sepsis ist ausserordentlich zu fürchten. Bei der Infektion der Lungen dringen die Bazillen in die Lymphwege der Lungen ein und erzeugen ein entzündliches Oedem. Das klinische Bild eines auf dem Wege der Respiration eindringenden Anthrax gleicht dem einer akuten Lungenentzündung. Letale Funktionsänderungen von Herz und Lunge treten leicht ein. Seltener tritt die Mycosis intestinalis mit Magendarmkatarrh, Durchfällen, Blutungen und Erbrechen ein.

Malleus.

Auf der menschlichen Haut bilden sich Eiterblasen; Infiltration und Eiterbildung auf der Haut vermögen enorme Dimensionen anzunehmen. Pneumonie und Orchitis komplizieren nicht selten.

Lyssa.

In der Umgebung der motorischen Ganglienzellen tritt Rundzelleninfiltration, Hyperämie und entzündliche perivaskuläre Gewebswucherung ein. Die Ernährung geht zurück. Die Speichelsekretion ist enorm erhöht. Der Puls ist ausserordentlich beschleunigt.

Aktinomykosis.

Das infizierte Gewebe weist starke Infiltration neben geringer Hyperämie auf. Heftige Schleimhaut- und Gefässentzündungen sind typisch. Naturgemäss sind die funktionellen Störungen je nach der Eingangspforte der Infektion graduell und in Bezug auf das betroffene Organ different, trotzdem Aktinomyceskörner auf dem Wege der Blutbahn verschleppt werden können (intestinale, pulmonale Aktinomykose etc.). Exsudate sind typisch für das Krankheitsbild, häufig kommt Eiterbildung hinzu.

Aphthenseuche.

Die häufigste Eingangspforte für den Menschen ist der Verdauungstraktus. Die relativ geringe Blasenbildung kommt osmologisch wohl kaum in Betracht. Magendarmstörungen sind nicht selten. Das Fieber wirkt durch Kürze und geringe Intensität wenig auf den Körper ein.

XV. KAPITEL.

Die Krankheiten der Atmungsorgane.

Allgemeiner Teil.

Schleimhautkatarrhe mit reichlich vermehrter Sekretion, also Erhöhung des Summanden d der Stoffwechselformel bieten den typischen Cardinalpunkt der osmologischen Betrachtung der Respirationskrankheiten dar. Das Sekret der oberen Luftwege ist schleimig und eitrig. Kryoskopische Untersuchungen über den Molekulargehalt der Sekrete und ihre pathologischen Funktionsänderungen stehen zur Zeit noch aus. Bei chronischen Erkrankungen, die an Häufigkeit den akuten Fällen nahekommen, bilden sich analog den im Hauptteile der Infektionskrankheiten besprochenen durchgreifenden pathologisch anatomischen Veränderungen chronische Funktionsänderungen heraus, die erst nach langer Zeit durch Adaption der gesunden Partieen korrigiert werden können. Die Schleimhautpolypen stellen ödematöse Fibrome dar. Epistaxis ist eine häufige Begleiterscheinung der Krankheiten der oberen Luftwege. Der Auswurf ist eingehend in Bezug auf Menge und Qualität zu berücksichtigen. Die nicht unbeträchtliche Erhöhung des Summanden d vermag neben der meist herabgesetzten Grösse von b in hohem Grade das osmotische Gleichgewicht des Körpers zu stören, und wir erklären die subjektiv schwere Erkrankung bei objektiv geringen Befunden zum grossen Teil aus dieser Beobachtung. Von hervorragendem Interesse sind die Oedeme der Gewebe, die proportional ihrer Ausdehnung eine Steigerung des relativen Blutgehaltes an Erythrocyten bedingen.

Cyanose und Dyspnoe.

Eine hervorragend wichtige Rolle in der gesammten Osmologie beanspruchen die nahe verwandten Symptome der Cyanose und Dyspnoe, da beide Erscheinungen funktionell pathologisch einander ähnliche Befunde ergeben, die einer selbstständigen experimentellen Feststellung bedürfen. Die wichtigsten osmologischen Untersuchungen über Cyanose und Dyspnoe, die beide gleichzeitig nebeneinander auftreten können, aber auch als voneinander unabhängige Krankheitserscheinungen sich zu erweisen vermögen, verdanken wir A. v. Korányi und seinen Schülern.

Unter dem Begriffe Dyspnoe versteht man Schweratmigkeit, d. h. eine Atmung, die mit erhöhter Kraftleistung der Respirations-

muskeln einhergeht, als unmittelbare Folge einer beschränkten Aufnahmefähigkeit freien Sauerstoffes und einer (zumeist feststellbaren) vermehrten Anhäufung von Kohlensäure im Blute, wobei beide Erscheinungen direkt erregend von den Kapillaren des nervösen motorischen Atmungszentrums der Medulla oblongata her auf dieses einwirken. Es ist praktisch, für die Differenzierung osmologischer Versuchsergebnisse die Dyspnoe in eine Dyspnoe inspiratoria (bei Glottiskrampf und Lähmung der Glottiserweiterer, Croup etc.) und eine Dyspnoe exspiratoria (bei Emphysem, Bronchitis chron. etc.) nach dem Vorgange von Riegler zu trennen; der letzteren Gruppe darf man wohl die Terminaldispnoe der Diabetiker anschliessen, deren klinisches Bild meist den Eindruck einer ohnmächtigen Erschwerung der Exspiration darbietet. Interessant sind die Beobachtungen von Friedländer und Herter, dass man schon aus dem klinischen Bilde der Dyspnoe mit einiger Sicherheit zu schliessen vermag, ob die Dyspnoe eine Folge von überwiegendem Sauerstoffmangel oder überwiegender Kohlendioxydüberladung des Blutes sei, indem bei Sauerstoffmangel die Schweratmigkeit hochgradig und anhaltend ist, während bei Kohlensäureüberladung die Atemthätigkeit nach relativ kurzer Zeit absinkt, und indem die Kohlensäureausscheidung in ersterem Falle fast normal, in letzterem stark herabgesetzt ist.

Bei der Wichtigkeit, welche den osmologischen Untersuchungsergebnissen der Dyspnoe zuzumessen ist, möchten wir eine auf ätiologischen Momenten beruhende Nomenklatur der verschiedenen Arten der Dyspnoe vorschlagen:

1. Dyspnoe infolge abnormer Mischungsverhältnisse des Blutes,
2. „ „ „ hydrodynamischer Druckverhältnisse des Blutes,
3. „ „ „ Blutbewegung,
4. „ „ „ Aussenbedingungen,
5. „ „ mechanischer Sauerstoffzufuhr-Behinderung,
6. „ „ Volumänderung von Lunge und Herz,
7. „ „ Strukturänderung von Lunge und Herz,
8. „ „ nervöser Affektionen.

Dabei schreibe ich diesen Arten der Dyspnoe die folgenden Ursachen zu:

Ad 1. Lufteintritt in die Venen etc., Hydrämie, Chlorose, Leukämie etc., Diabetes, Intoxikationen u. a.,

Ad 2. Blutverluste, Anämie,

Ad 3. Stauungen etc.,

Ad 4. Verdünnte oder verdichtete Aussenluft auf Bergen, in Höhlen u. a., schädliche Gase, Sauerstoffmangel etc.,

Ad 5. Schleimhautkatarrhe, Tumoren etc. in Nase, Rachen, Abdomen u. a., Ödeme etc., Respirationsmuskelerkrankungen.

Ad 6. Pneumothorax, Emphysem, Herzerweiterung etc.

Ad 7. Organische Veränderungen an Lunge und Herz.

Ad 8. Affektionen durch Traumen oder pathologischen Veränderungen des gesamten Nervensystems, Gehirn etc., psychische Einflüsse u. s. f.

Betrachtet man im Sinne unserer funktionellen Pathologie die Dyspnoe als ein functionelles Unvermögen der roten Blutkörperchen, die für die Oxydationsprozesse im Organismus notwendige Sauerstoffmenge aufzunehmen, so wird man keinen Augenblick im Zweifel sein dürfen, dass der Grad dieser osmologisch (durch Venositätsmessung und Kryoskopie) bestimmbaren Funktionsänderung für jede dieser 8 ätiologisch verschiedenen Arten der Dyspnoe eine Constante innerhalb ganz bestimmter Grenzen sein wird, die naturgemäss im Verhältnis der Intensität der Dyspnoe steigen und sinken wird, sodass man, wenn diagnostisch die Ursache der Dyspnoe in einem bestimmten Falle gefunden ist, aus dem experimentellen osmologischen Befunde heraus präzis **die Phase der Erkrankung** in Zahlenwerten anzugeben vermag. (Graduelle Diagnostik; cf. das Kapitel »Therapeutsche Diagnostik«.) Diese Feststellung des Krankheitsgrades hat aber für die Therapie wieder den ausserordentlich hohen Wert, dass man durch sie eine individualisierende Therapie einzuleiten vermag, d. h., dass man die zahlenmässig gefundene pathologische Funktionsänderung durch ein ganz bestimmtes therapeutisches Verfahren, das dieser Krankheitsphase angepasst ist, zu beseitigen streben kann. Diese genaue zahlenmässige Begrenzung der Krankheitsphase und **die durch sie vorgeschriebene exakte Dosierung des angewandten Therapeutikums** ist natürlich dem bisherigen Verfahren, ein Heilmittel nach dem Allgemeinzustande des Patienten und gewissen Symptomen anzuwenden und zu dosieren, weit überlegen, da die Osmotherapie ihre Heilmittel genau im Verhältnis der pathologischen Funktionsänderung abwägt, während bei den gebräuchlichen

pharmakotherapeutischen Massnahmen die Dosierung des Mittels nur nach den Symptomen erfolgt, die bekanntlich durchaus nicht mit den anatomisch-pathologischen oder funktionell-pathologischen Veränderungen parallel verlaufen. Zur Klarstellung dieser Verhältnisse mag ein allgemeingültiges Beispiel an dieser Stelle folgen:

Die experimentell gefundenen Konstanten für die ersten beiden gegebenen Formen der Dyspnoe seien z. B.:

für 1. Venosität zwischen 1,0 u. 1,6 schwankend, Δ zwischen 0,4 u. 1.
„ 2. „ „ 0,4 „ 1,0 „ Δ „ 1 u. 1,5.

Wir teilen nun die verschiedenen Arten der Dyspnoe in bestimmte Krankheitsphasen ein, wie z. B.:

Erste Art der Dyspnoe	Venosität	1,0	bis	1,2	Phase I.
	Δ	0,4	„	0,6	
	Venosität	1,2	„	1,4	Phase II.
	Δ	0,6	„	0,8	
	Venosität	1,4	„	1,6	Phase III.
	Δ	0,8	„	1	
Zweite Art der Dyspnoe	Venosität	0,4	bis	0,6	Phase I.
	Δ	1	„	1,4	
etc.					etc.

u. s. f.

Bei einem bestimmten Falle von Dyspnoe mögen nun folgende Werte durch die osmologische Untersuchung des Blutes gefunden sein:

Venosität 1,3
Δ — 0,7°

Konstatiert man nun diagnostisch im angenommenen Beispiele eine hochgradige Hydrämie als Ursache der Dyspnoe, so weiss man:

1. die vorliegende Dyspnoe gehört der ersten Art an.
2. „ „ „ „ „ zweiten Phase der ersten Art an.

Infolge dieser Erwägungen wird man also einen für diesen speziellen Fall (für die zweite Krankheitsphase einer hydrämischen Dyspnoe) speziell vorgeschriebenen Heilplan einzuleiten haben, der von einem Heilplane für die beispielsweise dritte Phase in jedem Falle vollkommen different in Bezug auf Dosierung, Verhalten des Patienten etc. sein muss, da doch sicherlich jede chemische Veränderung im Organismus nur durch eine ganz bestimmte Menge von therapeutisch zugeführten Wärmeeinheiten, Gewichtseinheiten des Therapeutikums etc. rückgängig gemacht werden kann. Dass aber bei jeder pathologisch-ana-

tomischen Veränderung im Organismus chemische Veränderungen eintreten, die vielleicht ätiologisch für jene, möglicherweise aber nur als Begleit- oder Folgezustände derselben auftreten, ist unbestritten (Virchow, Zikel). Da wir also niemals eine anatomische Veränderung restituieren können, so drängt sich als wichtigste Aufgabe der neueren ärztlichen Kunst die Forderung hervor, diese chemischen Veränderungen, die wir als osmologische zu bezeichnen berechtigt sind, weil sie ausnahmslos mit charakteristischen osmotischen Spannungsveränderungen einhergehen, durch die, für jede Phase genau dosierten Gegenmittel wieder in den normalen Zustand zurückzuführen. (Therapeutische Diagnostik.)

Es entspricht nicht den chemischen Vorgängen im Organismus die Annahme, dass in der That die oben erwähnten Constanten so engbegrenzte Wertschwankungen aufweisen sollten, dass sie nicht in einander übergehen könnten, d. h. dass ein osmologisches Versuchsergebnis die bestehende Dyspnoe zwei aneinandergrenzenden Phasen mit gleichem Rechte zurechnen liesse. Aber es hiesse den Wert der ärztlichen Aufstellung von Krankheitsphasen überhaupt leugnen, wenn man den unbegründeten Einwand gegen die angeführten Erörterungen ins Feld führen wollte, dass der Wert einer graduellen Diagnostik bestritten werden müsse, weil die einzelnen Phasen zuweilen unmerklich in einander übergehen können. Man darf eben nicht in engherziger Beschränkung eine physiologische Konstante als unveränderlich begrenzte Zahl auffassen, sondern es genügt für die praktischen Zwecke des Arztes, wenn er weiss, welcher Krankheitsphase ein experimenteller Befund mit grösserem Rechte zuzuschreiben sei, oder innerhalb welcher Grade sich der augenblickliche Zustand des Kranken bewege. Ist diese Thatsache festgestellt, dann darf sich die Dosierung um einige Milligramm Substanz irren, ebenso wie beim Vorgange einer chemischen Verbindung mehr Gewichtsteile der chemischen Elemente zusammentreten dürfen, als ihr Atomgewicht angiebt, wenn nur ungefähr das Verhältnis ihrer Atomgewichte getroffen ist. Nach der von v. Korányi nachgewiesenen Konstanz der osmotischen Gleichgewichtsverhältnisse im Körper erweist sich die Annahme, dass eine Krankheitsphase ohne weiteres in eine andere übergehen könne, ohne dass eine Reactionswirkung von aussen oder innen erfolgt wäre, oder der Krankheitsprozess selbst eine Wendung zur Besserung oder Verschlimmerung macht, als

eine widerlegbare. Ist aber ein solcher Fall eingetreten, so ändert diese Thatsache doch nichts an dem aufgestellten Prinzipe, dass eben mit einem modifizierten Heilplane gegen die neue Phase vorgegangen werden muss.

Unter dem Begriffe Cyanose versteht man eine Blaufärbung der Körpergewebe (besonders der »gipfelnden Körperteile«: Nase, Lippen, Finger etc.) infolge der Stagnation und dadurch bedingten Kohlensäureüberladung der in den erweiterten Venen und Kapillaren angehäuften Blutkörperchen. Man unterscheidet eine lokale und eine allgemeine Cyanose, und diese Differenzierung der Begriffe ist auch osmologisch wichtig, da die Ausbreitung der Funktionsstörung den Grad der Funktionsänderung teilweise bedingt (cf. Funktion). Bei der fieberlosen Dyspnoe sinkt der respiratorische Quotient bis auf 1,34 (v. Recklinghausen).

Vorübergehende Anfälle von Dyspnoe können bei Lungenkrankheiten, Herzkrankheiten, Nephritis und nach Salicylgebrauch eintreten und bieten in differenten Fällen ein verschiedenes osmologisches Bild dar.

Nach Zuntz und Oppenheim tritt nur in dem Falle eine vermehrte Stickstoffausfuhr im Muskelserum ein, wenn eine übermässige Arbeit beim normalen Menschen oder eine geringe Arbeitsleistung des erkrankten Organismus zur Dyspnoe führt, bei Sauerstoffmangel die Albuminate einen erhöhten Zerfall erleiden.

Für die Chemie des Blutes ist die Thatsache wichtig, dass selbst bei hochgradiger Cyanose der Hämoglobingehalt nahezu normal ist, während der Gehalt an Oxyhämoglobin naturgemäss verringert ist; die Alkalescenz des Blutserums ist erhöht.

Allgemein lässt sich sagen, dass bei Sauerstoffmangel die Harnstoffausscheidung infolge des Zerfalles der eiweisshaltigen Substanzen im Körper durch die dyspnoische Blutmischung beim Beginne dieses Zustandes vermindert, dann aber, selbst noch zwei bis drei Tage nach der Dyspnoe, vermehrt ist, und dass dieses Anwachsen der Harnstoffabscheidung bis zum doppelten Werte des normalen Befundes eintreten kann. (Fränkel, Albitzky, Geppert.) Es tritt analog den chemischen Veränderungen bei der Transfusion haemogenen Blutes ein Zerfall der roten Blutkörperchen und ihre konsequente Auflösung ein.

Unter den Erscheinungen der Dyspnoe hat man die

1) Brustbeklemmung,

2) Atemnot,

3) unvollkommene Entfernung der CO_2 aus dem Blute

und 4) geringere Lebhaftigkeit der Oxydationsvorgänge

obenanzustellen.

V. Korányi berichtet auf Grund klinischer Erfahrungen, dass bei der Cyanose der osmotische Druck des menschlichen Blutes erhöht ist, während der Chlornatriumgehalt des Blutserums verringert erscheint. Diese Thatsachen sind von Hamburger, v. Limbeck und Kovács in der folgenden Weise gestützt worden. Die genannten Autoren liessen Kohlendioxyd auf Blut in vitro einwirken und konnten den Nachweis erbringen, dass in der That infolge der Einwirkung der Kohlensäure die Erythrocyten aus dem Serum Chlornatrium aufnehmen. Wurde hierauf ein Sauerstoffstrom längere Zeit durch die Blutflüssigkeit geleitet, so gaben die Erythrocyten infolge der Sauerstoffwirkung dem Serum wieder Chlornatrium ab. Ich habe in meinen osmotherapeutischen Versuchen am Tier mit Sicherheit mehrere Male den Chlorgehalt des Serums ohne jeden ersichtlichen Grund, und ohne dass durch Nahrung Kochsalz eingeführt worden wäre, bei Kaninchen nach Eingabe von 1—2 gr eines neueren Osmotherapeutikums plötzlich anwachsen sehen und sehe in den Versuchen derAutoren v. Korányi, v. Limbeck, Hamburger und Kovács die Annahme gestützt, dass in solchen Fällen, wo eine plötzliche Chlornatriumvermehrung des Blutserums ohne ersichtlichen Grund eintritt, mit Sicherheit auf eine **erhöhte Sauerstoffaufnahme** der Erythrocyten auf dem Wege der Respiration geschlossen werden muss, insbesonders bei eingetretener **Hyposmose.** Man hat nur streng darauf zu achten, dass die Versuchstiere resp. die Patienten keine NaCl-zufuhr per os oder per injectionem erhalten haben. Bestätigt wurde diese Annahme durch die Beobachtung, dass in der That die Atemzüge der Kaninchen für längere Zeit deutlich vertieft und verlangsamt waren. In analoger Weise ist die Abnahme des Natriumchlorid-Gehaltes des Serums bei cyanotischen Zuständen durch Sauerstoffmangel bedingt (v. Korányi u. a.). Nach einer CO_2-Durchströmung des Blutes in vitro sinkt die molekulare Concentration des Blutes bis zur Differenz von 0,09, während sie nach Sauerstoffdurchleitung wieder völlig zur Norm ansteigt. Man ist demnach be-

rechtigt, den abnorm hohen osmotischen Druck des Blutes bei Cyanose mit demjenigen nach der arteficiellen CO_2-Durchleitung zu vergleichen.

Da nach den vorangehenden Erörterungen die Wirkung des Sauerstoffes auf das Blutserum als eine osmotisch entspannende sich darstellt und diese Erzielung einer allgemeinen Hyposmose des Blutes nur in gewissen pathologischen Zuständen anzustreben ist, und da ferner die experimentell gesicherte Thatsache feststeht, dass Inhalationen verdichteten Sauerstoffes sowohl den Blutdruck, als auch die Funktion des Herzens erhöhend beeinflussen, so ergiebt sich die wichtige Schlussfolgerung, dass die Sauerstofftherapie für diejenigen dyspnoischen und cyanotischen Zustände indiziert ist, bei denen eine osmotische Blutentspannung neben einer arteriellen Steigerung des hydrostatischen und hydrodynamischen Serumdruckes angestrebt wird (Asthma, gewisse unkomplizierte Herzfehler, Kohlenoxyd- und Morphium-Intoxikationen u. a.), während sich strenge Kontraindikationen gegen die Sauerstofftherapie in allen den Fällen von Cyanose und Dyspnoe ergeben, bei denen zwar eine Herabsetzung der molekularen Concentration des Blutes erwünscht, aber eine Steigerung des Blutdruckes oder der Herzfunktion schädlich auf den Krankheitsprozess einwirken würde (Fieberdyspnoe, Thrombose, Embolie, hydropische Zustände, Congestionen u. a.). Gerade durch die Feststellung dieser wichtigen Thatsachen haben sich die Osmologie und Osmotherapie den Rang von geradezu idealen streng individualisierenden ärztlichen Disziplinen erworben, indem sie als erste Regel einer wissenschaftlichen Heilkunst die Forderung aufstellen, dass eine Krankheitsform nicht ein Heilmittel bedürfe, sondern dass jeder einzelne Fall vor Einleitung der Therapie sorgfältig auf Krankheits-Phase (graduelle Diagnostik), Krankheitsform, Ätiologie, Konstitution und Individualität des Patienten hin untersucht werden muss (cf. das Kapitel »Sauerstoff-Therapie«). Es ist irrig, die Sauerstofftherapie für jede Cyanose und Dyspnoe anzuempfehlen, und es erscheint in gleicher Weise unrichtig, ihren Heilwert für beide Zustände allgemein zu leugnen; erst die osmologische Untersuchung des Einzelfalles vermag nach den gegebenen Gesichtspunkten hin Indikation und Kontraindikation festzustellen.

XVI. KAPITEL.

Spezieller Teil der Krankheiten der Atmungsorgane.

Bronchitis.

Die Erkrankung tritt mit nahezu gleicher Häufigkeit selbstständig oder als Komplikation auf. Das Bronchialsekret ist stark eiweisshaltig. Die Schleimdrüsen produzieren eine grössere Menge Sekret, das die Oberfläche der Bronchien in dickerer Schicht bedeckt. Das Schleimhautgewebe ist hyperämisch. Vom dritten Tage an pflegt der Auswurf reichlicher zu werden. Das glasig-schleimige Sputum crudum zeigt einen anderen Befund als das schleimig-eitrige Sputum coctum, das an das erstere sich anschliesst. Häufig ist das Lungenparenchym infiltriert. Die Herzfunktion leidet unter der Erkrankung. Bei chronischer Bronchitis spielen sich die im allgemeinen Teil dargestellten Vorgänge ab. Die trockene Bronchitis führt meist zu Lungenemphysem und zu Stauungserscheinungen. Bei der Laennecschen Bronchitis pituitosa wird das äusserst dünne, eiweissarme Sputum in grossen Mengen entleert. Die Erkrankung ist meist als Sekretionsanomalie der Bronchialschleimdrüsen aufzufassen.

Bronchialasthma (cf. Dyspnoe).

Von den Formen des Asthmas erscheint die beachtenswerteste das bislang unzureichend begründete Asthma herpeticum dessen osmologisches Studium den genauen Zusammenhang der Beziehungen zwischen Funktionsänderung der Haut und der Funktion der Erythrocyten zu ermitteln verspricht. Zum Asthmaanfall gesellt sich meist die vorübergehende Cyanose. Unter den Ursachen der Asthmaanfälle sind die folgenden die wahrscheinlichsten:

1. Zahlreiche Bronchien sind durch zähschleimiges Sekret verstopft.
2. Die Bronchialschleimhaut schwillt infolge nervöser Einwirkung der Vasomotoren an.
3. Kontraktion der Bronchialmuskulatur.

Alle drei Erscheinungen bedingen eine Beschränkung der möglichen Arbeitsleistungen der roten Blutkörperchen. — Die Bronchitis fibrinosa beansprucht genauere Untersuchungen des Sekrets in Bezug auf seine physikalischen und chemischen Verhältnisse.

Pertussis.

Keuchhusten ist wahrscheinlich als eine auf die Atmungsorgane lokalisierte Infektionskrankheit aufzufassen. Das Sputum ist zäh und schleimig-eitrig. Häufig tritt Erbrechen ein. Die graduell-diagnostischen Phasen differieren ausserordentlich von der symptomatologischen Einteilung des Pertussis in ein Stadium catarrhale, convulsivum und decrementi. Als Komplikationen sind häufig: Blutungen unter die Konjunktiva, aus der Nase, in das Gehirn, Eklampsie, Bronchitis, Bronchopneumonie, Lungentuberkulose.

Bronchiektasie.

Die diffuse Bronchiektasie schliesst sich einer chronischen Bronchitis mit reichlicher, dünnflüssiger, eitrig-schleimiger Sekretion (Bronchoblenorrhoea) an und führt meist zu Bronchitis putrida. Die circumskripte Form erscheint nach chronischen Entzündungsvorgängen der Lungen und des Rippenfells. Eine Bronchiektasie ohne Erhöhung der Sekretion verläuft meist symptomlos. Häufiger jedoch sondert die pathologisch-anatomisch veränderte Bronchialschleimhaut reiche Mengen dünnen Eiters aus, denen nur wenig Schleim beigemischt ist, und die in den Bronchialsäcken stagnieren resp. mundvoll herausbefördert werden. Der Auswurf sondert sich bald in drei Schichten, eine oberste aus schaumigem, schleimigem Eiter, eine mittlere aus gelbgrünlicher, trübseröser Flüssigkeit und einem Bodensatz aus krümeligem Eiter mit putriden Dittrichschen Fettsäurepfröpfen. Häufig zeigt sich Haemoptoe. Komplikationen bilden die akute Bronchopneumonie, Gangrän, trockene und exsudative Pleuritis und Empyem. Die letzteren Erkrankungen sind naturgemäss mit Temperaturerhöhungen und Pulsveränderungen verbunden. Amyloide Degenerationen und Stauung im kleinen Kreislauf, Hypertrophie des rechten Ventrikels und Stauungsoedem sind nicht seltene Folgeerscheinungen der Bronchiektasie.

Pneumonie.

In die Lungenalveolen wird ein endzündliches Exsudat ergossen, das reich an Eiweiss ist Die gelbe Hepatisation ist durch reiche Eiterbildung bedingt. Am dritten Tage stellt sich oft ein unwesentlicher Herpes facialis ein. Die Funktionen des Körpers liegen schwer darnieder; daneben ist die konstante Unterernährung bemerkenswert. Der Harn ist während des Fieberstadiums der Pneumonie sehr arm an Chlornatrium, meist spärlich und von

hoher Konzentration; er ist reich an Harnstoff und häufig eiweisshaltig, Nach der Krisis nimmt die Harnmenge zu; die epikritische Harnstoff- und Harnsäure-Ausscheidung ist für ein paar Tage enorm erhöht, und häufig bildet sich ein Sedimentum lateritium aus harnsauren Salzen. In Betracht kommen wesentlich die Aenderung der Herzfunktion, des Blutdruckes und der Ausdehnung der Infiltration. Das »Zwetschgenbrühe-Sputum« spricht für das fatale Lungenoedem. Unter den Komplikationen bilden Pleuritis mit umfangreichem serösem Exsudate und Nephritis die wichtigsten. Daneben sind Empyem, eitrige Meningitis, Sepsis nicht selten. Die Bronchopneumonie unterscheidet sich nur rücksichtlich der Quantität der Herde von der genuinen Lungenentzündung. Herpes kompliziert selten die Pneumonie. Häufig stellt sich Bronchopneumonie bei Morbilli, Pertussis, Typhus, Influenza und Diphtherie ein. Nach v. Limbeck ist der Chlornatriumgehalt des Blutserums vermindert, ebenso die Ausscheidung der Kalksalze. Das Verschwinden der Chloride im Harn bezeichnet die Krisis, das Wiederauftreten die Rekonvalescenz der Pneumonie (Löbisch). Kovács konstatierte bei Pneumonie mit Cyanose $\delta = -0{,}58^0$ bis $-0{,}78^0$, $\varkappa = 0{,}50 - 0{,}56\,\%$. Nach Sauerstoffdurchleitung sank δ auf $-0{,}54^0$ bis $-0{,}60^0$, $\varkappa$ $0{,}55 - 0{,}60\,\%$.

v. Limbeck berichtet über 3 Fälle kroupöser Pneumonie:

	Erythroc.	Serumdichte	Serum NaCl	Serum N	Serum H_2O
Fall I	4,56 Mill.	1,025	0,546 Vol.%	0,987 Vol.%	93,66 Gw.%
Fall II	5,60 „	1,026	0,615 „ „	1,083 „ „	93,58 „ „
Fall III	5,32 „	1,022	0,682 „ „	0,903 „ „	94,34 „ „

Nach Friedrich v. Korànyi kann bei kachektischen, stark anämischen Patienten die Harndichte im Fieber gering bleiben. In einem Falle stellte Strauss $\delta = -0{,}57^0$ fest (Fieber).

Lungenembolie und -Infarkt.

Bei plötzlicher Verstopfung eines Hauptastes der Lungenarterie wird im Anfalle der Dyspnoe die Pulszahl stark erhöht, während der Blutdruck rasch abfällt. Obgleich in der Funktionsformel der Erythrocyten der Faktor P erhöht wird, so vermag er dennoch die Funktionsänderung derselben nicht zu korrigieren, da der Coefficient B durch die Anschoppung und Ausserarbeitsetzung grosser Mengen roter Blutkörperchen wenig erniedrigt, der Coefficient S aber infolge des mechanischen Verschlusses der Lungenarterie stark vermindert wird, infolgedessen also:

Formel XXV. $\underline{|S} > \underline{|P.B}$ wird.

Schwere Ernährungsstörungen und Pleuraergüsse sind nicht selten. Die Temperatur ändert sich in geringem Masse. Das Sputum ist blutig-schleimig. Pyämie tritt leicht ein.

Lungenabscess und -Gangrän.

Beide pathologisch-anatomisch ähnlichen Erscheinungsformen unterscheiden sich osmologisch nur in Bezug auf die Eiterbildung und den Grad der Infiltration der Lunge.

Neoplasmen der Lunge.

Der Zustand der Lymphdrüsen erscheint der besonderen Beachtung wert. Der Grad der Funktionsstörung der Lunge steht in einem festzustellenden Verhältnis zur Quantität des ausgeschalteten Lungenparenchyms.

Lungensyphilis.

Das Sputum ist meist schleimig-eitrig. Haemoptoe ist eine häufige Begleiterscheinung. Eine nicht seltene Folge ist eine chronische Anämie. Die Infiltration schwankt innerhalb beschränkter Grade und tritt hinter den typischen anatomischen Veränderungen zurück.

Stauungslunge.

Die Lungengefässe sind übermässig mit Blut erfüllt, der Blutdruck also im Organismus topisch different. Die Stauungslunge ist in Bezug auf ihre Aetiologie zu studieren. (Mitralklappenfehler, Funktionsstörung des Herzmuskels, Kyphoskoliose.)

Lungenoedem.

In das Lungengewebe wird massenhaft eiweisshaltiges Serum entleert. Die Exsudation entsteht in den weitaus meisten Fällen auf der Basis einer Entzündung. Schwierigkeiten bietet die Komplikation mit der Nephritis und Insufficienz des linken Ventrikels. (Stauungsoedem.) Cyanose ist ein typisches Sympton des Lungenoedems. Zu berücksichtigen sind etwaige Punktionen eines vorhergehenden Pleuraexsudates. Der Eiweissgehalt des reichlichen, dünnflüssigen Auswurfes ist äusserst gross.

Lungenemphysem.

Bei chronischem Emphysem ist der Kapillarkreislauf der Lunge beschränkt, also die Funktion der Erythrocyten verringert. Häufige Folgezustände sind Herzinsufficienz, Stauungen, Oedem.

In leichteren Fällen ist der Harnbefund normal. Erst bei eintretender Insufficienz des hypertrophierten rechten Ventrikels nimmt der Harn die Eigenschaften des Stauungsharns an; die Menge ist verringert, Dichte und Gehalt an Albumin und Uraten steigt; Calciumoxalat und zuweilen Gallenfarbstoff sind nachweisbar.

Lungentuberkulose.

Häufig befällt die Tuberkulose die Drüsen. Anämie und Kachexie sind die stets bereiten Bundesgenossen im Kampfe der Bazillen gegen den Organismus. Anamnestisch sind die disponierenden Momente zu erforschen, soweit sie den Kranken selbst, abgesehen von erblicher Anlage, betreffen: Alkoholismus, Diabetes, Gravidität, Typhus, Masern, Keuchhusten, Influenza, besonders aber die Formen der Anämie. Die Tuberkeln ermangeln der Ernährung und Blutversorgung. Typisch sind die parenchymatöse Entzündung, Infiltration, Vereiterung und konsequente Verkäsung. Der Auswurf ist schleimig-eitrig, oft mit Blut untermischt. Die Haemoptoe vermag an sich eine Anämie zu bedingen, wenn sie im Verlaufe der Erkrankung nicht nachlässt. Die nicht nach aussen gelangenden Blutergüsse werden wohl meist wieder resorbiert. Das haemoptoische Fieber bietet dieselben Funktionsänderungen wie typische Temperaturerhöhungen dar. Der Fieberverlauf ist meist intermittierend. Nicht seltene Komplikationen bieten Pleuritis sicca und exsudativa, Pneumothorax, eine konstante, fast typische Pulsbeschleunigung, Magenerscheinungen (Hyperacidität), Darmsymptone (Diarrhoen, Blutstühle), Peritonitis, Kehlkopftuberkulose, amyloide Degeneration, hämorrhagische Nephritis, febrile Symptome dar; von den Folgezuständen sind die häufigsten: Anämie, Kachexie, käsige Pneumonie.

Nach den Untersuchungen von A. v. Korányi ist die molekulare Konzentration des Blutes geringer als 0,56°. Die Kalkausscheidung bei der Lungentuberkulose ist nach Senator vermehrt. Die Lungentuberkulose kann seitens des Harnapparates symptomlos verlaufen. Bei der floriden Phthise nimmt der Harn die Eigenschaften des Stauungsharnes an; er ist hochgestellt, seine Acidität und der Gehalt an Uraten erhöht. Bei starkem eitrigem Auswurfe ist Pepton im Harn nachweisbar. Der osmotherapeutische Heilplan ist nach den, im Kapitel »Osmologische Cellularpathologie« gegebenen Gesichtspunkten streng individualisierend und symptomatologisch aufzustellen. Spezielles Interesse

bedürfen die Feststellung der Intensität und Ausdehnung der Infiltration und die Kryoskopie der excernierten und pathologischen Flüssigkeiten.

Pleuritis.

Pleuritische Ergüsse finden sich auch bei nicht entzündlichen Erkrankungen der Lunge. Die osmologische Differenz zwischen der Pleuritis exsudativa und sicca bleibt im wesentlichen das seröse Exsudat, dessen osmologische Beschaffenheit von Wichtigkeit ist. Von besonderem Interesse ist die Abhängigkeit der Harnmengen von der Quantität des Exsudates und der Resorption, doch sind diese grundlegenden Verhältnisse noch nicht hinreichend studiert und annähernd formelmässig festgestellt. Bei langer Dauer des Exsudates treten schwere funktionelle Schädigungen auf. Der Harn ist spärlich, von hoher Concentration und stark sauer zur Zeit der Exsudation, weil der Erguss Wasser und Alkalien im Organismus retiniert (Reaktion des Exsudates: stark alkalisch). Bei der Resorption wird die Harnmenge reichlich, die Reaktion schwach sauer, neutral oder alkalisch. Hämorrhagische Exsudate erzeugen letale Funktionsänderungen. Die osmologische Differenz zwischen Empyem und Pleuritis sicca ergiebt im wesentlichen das eitrige Exsudat. Lungengangrän und putride Bronchiektasien bedingen jauchige Ergüsse. Die operativen Eingriffe sind in Rechnung zu ziehen. Die osmologische Differenz zwischen Pleuritis sicca und Hydrothorax ist der Differenz aus der Summe der Funktionsänderungen durch Fieber und Gewebsentzündung und der Funktion des serösen Exsudates gleichzusetzen. Die Ausscheidung der Kalksalze ist vermindert.

Die häufig anzutreffende Annahme, dass die Transsudation dem Blute viel Chlornatrium entzieht, die Resorption viel Kochsalz zuführt, stellt v. Korányi auf Grund seiner Untersuchungen als irrig hin. Beide Erscheinungen verändern nicht wesentlich den relativen Kochsalzgehalt des Blutes. Eine gesteigerte Transsudution erhöht f, die Resorption der Trans- und Exsudate erniedrigt f. Δ und K der Trans- und Exsudate gleichen denen des Blutes. Während der Entleerung eines Hydrops durch Diurese tritt ein Minimum des Chlornatriumgehaltes des Blutes ein, eine Folge der Zunahme der Chlornatriumausscheidung durch die Nieren. Der zitierte Autor führt eine Beobachtung von Pleuritis exsudativa an:

Datum	x	Δ	K	f
27. V.	950	1,51	0,47	3,21
28. „	815	1,81	1,05	1,72
30. „	2200	1,03	0,84	1,22
31. „	3680	1,07	0,96	1,08

Strauss analysierte 4 Fälle:

Δ_1 = Gefrierpunkt des Exsudates.
K_1 = prozentualer Kochsalzgehalt desselben.

Fall	Δ_1	K_1	δ	f_1
1	— 0,59°	0,655	—	0,901
2	— 0,56°	—	—	—
3	— 0,56°	—	—	—
4	— 0,57°	0,585	0,58	0,974

Empyem der Pleura.

Bei häufigem Empyem ist die Indikanausscheidung erhöht. Im Harn ist Pepton nachweisbar (v. Jaksch). Die osmologische Differenz zwischen Empyem und Pleuritis exsudativa ergiebt wesentlich nur den Gehalt an Eiter, während die osmologische Differenz zwischen Empyem und Hydrothorax der Summe der Funktionsänderungen durch Fieber und Entzündungsprozess plus dem Gehalte an Eiter gleichzusetzen ist.

Hydrothorax.

Die osmologische Differenz zwischen Pleuritis exsudativa und Hydrothorax ergiebt wesentlich die Entzündungsprodukte der ersteren plus den Funktionsveränderungen durch Temperaturerhöhung.

Bezeichnet man

E_1 = Pleuritis exsudativa,
S_2 = „ sicca,
H = Hydrothorax,
P = Empyem,
H_2 = seröses Exsudat, } (T + H) = eitriges Exsudat,
T = Eiter,
Z_1 = Funktionsänderungen durch Gewebsentzündung,
M_1 = „ „ Temperaturerhöhung,

so haben für die typischen, unkomplizierten Krankheitsformeln die folgenden Beziehungen Geltung:

Formel XXVI. $E_1 - H = Z_1 + M_1$

Formel XXVII. $P - S_2 = H_2 + T$

Formel XXVIII. $E_1 - S_2 = H_2$
Formel XXIX. $H - S_2 = H_2 - (Z + M_1)$
Formel XXX. $P - H = Z_1 + (T + M_1)$
Formel XXXI. $S - H = (Z_1 + M) - H_2$
Formel XXXII. $P - E_1 = T$, denn es bedingen:

Die Krankheit	E_1	die Symptome	$H +$	$(Z_1 + M_1)$
„ „	S_2	„ „	. . . . . .	$(Z_1 + M_1)$
„ „	P	„ „	$(H_2 + T) +$	$(Z_1 + M_1)$
„ „	H	„ „	H_2	

Es ergeben sich demnach die oben angeführten Folgerungen für osmologische Befunde.

Die osmologische Differenz zwischen Hydrothorax und Pleuritis sicca ist gleich der Differenz zwischen der Funktion des serösen Exsudates und der Summe der Funktionsänderungen infolge Gewebsentzündung und Fieber.

Die dargestellten Formeln vermögen den Wert einer annähernden theoretischen Berechnung der experimentellen Befunde zu beanspruchen und gelten nur für **typische unkomplizierte Krankheitsbilder.** Die genauere kryoskopische Experimentaluntersuchung und Bilanz-Aufstellung dieser Verhältnisse wird erst eine Präzisierung der gegebenen Annäherungsgleichungen gestatten und voraussichtlich auch die mathematische Darstellung komplizierter oder atypischer Fälle ermöglichen.

Ein sichergestellter Unterschied zwischen den entzündlichen Exsudaten und den nichtentzündlichen Transsudaten besteht darin, dass die letzteren einen geringen Eiweissgehalt und deshalb ein geringeres spezifisches Gewicht besitzen, eine Folge der osmotischen Prozesse bei diesen pathologischen Verhältnissen.

Pneumothorax.

Cyanose, Dyspnoe und Pulsbeschleunigung sind charakteristische Symptome des Pneumothorax. Die Funktion der Respirationsmuskulatur ist gemäss der Natur der Erkrankung nicht herabgesetzt. Meist bildet sich Seropneumothorax oder Pyopneumothorax aus, deren osmologische Differenz die Eiterbildung und Wirkung des Temperaturunterschiedes ist. v. Korányi beschreibt einen Fall:

Datum	x	Δ	K	f
2. XI.	800	2,28	0,60	3,80
3. XI.	600	2,12	0,64	3,31
5. XI.	960	1,88	0,70	2,69
8. XI.	1260	1,74	0,89	1,96
17. XI.	1100	1,76	1,16	1,52

XVII. KAPITEL.

Die Krankheiten der Kreislaufsorgane.

Allgemeiner Teil.

Unter dem Begriffe der Akkomodationsfähigkeit eines Organes versteht man seine Fähigkeit, unter differenten Reizwirkungen seine Funktion graduell, vorübergehend oder dauernd, zu ändern. Auf der Akkomodationsfähigkeit des Herzens an erhöhte Arbeitsanforderungen infolge von vergrösserten Widerständen, die sich dem Blute in seiner Bahn unter pathologischen Verhältnissen entgegenstellen können, beruht die Compensation von Herzfehlern. Um die Möglichkeit der empirisch gekannten Akkomodationsfähigkeit eines Organes theoretisch herzuleiten, damit von diesem Gesichtspunkte aus graduell-diagnostische Gesichtspunkte gewonnen werden können, bedürfen die im Kapitel »Funktion« gegebenen Erörterungen einer ausführlichen Erweiterung in Bezug auf die spezielle Funktion der Muskeln überhaupt. Wir schliessen diese für die osmologische Pathologie des Herzens fundamental wichtige Darlegung über Muskelfunktion, welche die mechanische Theorie der Herzarbeit von Borelli, Passavant, J. R. Mayer, Volkmann u. a. zu vertiefen und in präzise, allgemeingültige Formeln zu bringen sucht, in ein besonderes Kapitel ein, um sie scharf umgrenzt zur Debatte stellen zu können, und kehren dann, unter Anwendung der gefundenen Thatsachen auf die Osmologie des Herzens, zur Fortsetzung des vorstehenden allgemeinen Teiles der Herzkrankheiten zurück. Als osmologisch wichtig sind die Experimentalbefunde von F. Tanszk vorauszuschicken, nach denen bei der Resorption eines kardialen Hydrops der Quotient $f = \frac{\Delta}{NaCl}$ sinkt, eine Folge

der Circulationsbeschleunigung des Blutstromes. Bei Herzfehlern sind im Blutplasma verhältnismässig zu viel chlorfreie und zu wenig chlorhaltige Molekule erhalten, also:

$$\text{Formel XXXIII: } \frac{m_x}{m_a} < 1.64 \text{ (cf. Quotient f.)}$$

Muskelfunktion.

Unter der Funktion eines Muskels verstehen wir diejenige Arbeitsleistung, welche innerhalb seiner materiellen Grenzen zum Zwecke eines, für den betreffenden Muskel spezifischen, Effektes ausgeführt wird. Durch diese Definition der Muskelfunktion wird eine viel breitere Basis für die diesbezüglichen Untersuchungen gewonnen, als die gebräuchliche Identifizierung der Muskelfunktion mit seinem mechanischen Arbeitseffekte ermöglicht. Wir wissen nämlich, dass im Muskel nicht nur rein mechanische Energievorgänge sich abspielen, sondern dass auch chemische und thermische Prozesse eine hervorragende Rolle bei der Muskelthätigkeit spielen. Von vielen Autoren werden nun diese chemischen und thermischen Effekte als das Produkt der Muskelfhätigkeit aufgefasst, da die ersteren sich nahezu parallel der Vermehrung oder Verringerung der Muskelaktion quantitativ ändern. Diese Auffassung stellt sich in den unkorrekten Ausdrücken dar: Durch die Muskelarbeit wird Wärme erzeugt und Die Muskelthätigkeit bedingt eine Reihe chemischer Umsetzungen u. s. f. Bezeichnet man:

C = durch chemische Umsetzungen erzeugte Arbeit,
W = in der produzierten Wärme liegende Energie,
M = mechanische Arbeitsleistung des Muskels,
c = experimentell gemessene chemische Funktionsänderung infolge der Bewegung,
w = experimentell gemessene Wärme,
m = „ „ mechanische Energie,

so ist zunächst zu berücksichtigen, dass C durchaus nicht mit c, W nicht mit w zu identifizieren sind, da man weiss, dass die chemische, thermische und mechanische Energieformen äquivalent in einander übergehen können, sodass also beispielsweise ein Teil der produzierten Gesammtquantität an Wärme oder chemischer Spannkraft im Augenblicke der Experimentaluntersuchung übergegangen sein kann. Demnach ist stets:

$$\text{Formel XXXIV: } C \gtrless c \text{ und}$$
$$\text{Formel XXXV: } W \gtrless w$$

Nach der obigen Auffassung, der mit Entschiedenheit entgegenzutreten ist, wäre $M > m$ und

$$x_3 = M = m + c + w$$

wobei x_3 die Summe der erzeugten Energieformen darstellen würde. Indessen ist durch die Arbeiten von v. Helmholtz, Regnault & Reiset, Ranke, Du Bois-Reymond, Liebig u. a., besonders aber durch die klassischen Untersuchungsreihen von Pflüger durch Tierversuche der Beweis erbracht worden, dass in einer bestimmten Form des Eiweisses die Ursache der Muskelthätigkeit zu suchen sei, **dass also durch C die mechanische Energie M erzeugt werde,** während über die Rolle von W nicht zureichende Angaben bekannt geworden sind. Nicht wenige Autoren setzen gemäss der neueren Untersuchungen

$$C = x,$$

sodass nach der obigen Auffassung, die sie vertreten,

$$C = m + c + w$$

wäre, wobei sie also voraussetzen, dass der durch Experimentaluntersuchung gefundene Wert für die Muskelarbeit kleiner ist, als es der Arbeitsfähigkeit des Muskels ohne diese Produkte der Arbeit entsprechen würde.

Es ergiebt sich von vornherein die Annahme, dass der Osmologe, der gemäss der Natur seiner Wissenschaft die Quelle aller Erscheinungen im Organismus in chemischen Vorgängen, die unmittelbare Ursache der Symptome aber aus den Resultaten der chemischen Prozesse, nämlich den veränderten physikalischen Erscheinungen herzuleiten bemüht ist, der oben gegebenen Anschauung widersprechen muss.

Osmologisch stellt sich das Bild der Muskelthätigkeit in folgender Weise dar. Die Quelle der Muskelkraft ist der chemische Prozess im Muskel, der hauptsächlich in einer Spaltung einer gewissen Eiweissform zu beruhen scheint (Pflüger). Die Frage, wodurch der chemische Prozess zustande komme, bringt den Osmologen wegen der vorläufig geringen Ausbildung seiner Disziplin in Verlegenheit, insofern er die unzweifelhafte nervöse Beeinflussung der chemischen Prozesse bislang nicht auf einfache physikalisch-chemische Vorgänge zurückzuführen vermag. Vielleicht entsteht ein chemischer Prozess im Organismus dadurch, dass die im Körper verteilten sehr ungleichen chemischen Spannkräfte der Substanzen sich auszugleichen streben und bei

diesem Vorgange einen Arbeitseffekt in Form chemischer Spaltungen produzieren. Möglicherweise stellen die Nerven homologe Bahnen dar, die den Spannkräften des Organismus eine gewisse gleichartige Kraftrichtung zu geben vermögen, sobald sie durch die, zweifellos in ihnen nachgewiesenen, osmotischen Quellungs- und Schrumpfungsprozesse ihrer Formelemente eine durch diese Verhältnisse scharf bestimmte physikalische Struktur erhalten. Natürlich stehen diese Hypothesen noch auf schwankendem Boden und entbehren völlig der beglaubigenden Experimentaluntersuchung. Gesichert erscheint nur die Thatsache, dass der chemische Prozess das primäre Moment der Muskelaktion ist; aller Wahrscheinlichkeit nach ist aber das Zwischenglied dieser Energieumwandlung die Wärme, so dass C zunächst zum grössten Teile in W, W grösstenteils in M übergeht, sodass also

Formel XXXVI. $C > W > M$ ist und

Formel XXXVII. (I) $C - W = c$

Formel XXXVIII. (II) $\underline{W - M = w}$ ist, also

Formel XXXIX. $(I + II = III)$ $C - M = c + w$, d. h. man kann aus der Differenz der experimentell bestimmten chemischen Funktion und der Quantität an Kalorieen die Summe der produzierten chemischen und Wärme-Energie bestimmen. Da man nun weiss, dass C die Quelle der Arbeitsleistungen im Muskelgewebe darstellt, so ergiebt sich weiterhin:

Formel XL $C = M + c + w$, wobei im Gegensatz zur oben dargestellten Ansicht

Formel XLI. $M = m$ angenommen werden muss; diese Gleichung deckt sich mit der oben resultierenden. Es ist demnach:

Formel XLII. $C = W + c = M + (c + w)$

Formel XLIII. $W = M + w$

Formel XLIV. $M = W - w = C - (c + w)$

Man vermag diese Gleichungen durch Figur XIV zu veranschaulichen. Da nun C die Gesamtfunktion des Muskels darstellt, also nach der, im betreffenden Kapitel nachzusehenden, Funktionstheorie mit Ω zu bezeichnen ist, so ergiebt sich das bemerkenswerte Resultat der **Funktionsformel eines beliebigen Muskels:**

Formel XLV. $(C =)$ $\underline{\underline{\Omega = M \pm (c + w).}}$

Die andere gültige

Formel XLVI $\Omega = W + c$

ist experimentell unbestimmbar und beansprucht nur theoretisches Interesse.

Die einzelnen Summanden der Muskelfunktions-Formel bedürfen einer eingehenden Besprechung. Der Summand M kann experimentell auf die mannigfaltigste Weise ermittelt werden. Theoretisch ist M dem Produkte aus der vom Muskel geleisteten Kraft und dem Wege des Angriffspunktes dieser Kraft gleich zu setzen, indessen bietet diese Art der Feststellung teils praktische Schwierigkeiten, da alle Bewegungen des Körpers sich als komplizierte Funktionen von Muskelgruppen darstellen, teils ist sie unausführbar, wie beispielsweise beim Herzmuskel. Die neuere Zeit hat uns eine fast unübersehbare Reihe von Dynamometern, Ergostaten u. a. übermittelt, von denen wir praktisch verwertbare Konstruktionen den unter der Ägide des Herrn v. Leyden ausgeführten Untersuchungen von Jakob verdanken. Indessen haben alle Instrumente zur Messung von Muskelarbeit nur bedingten Wert, indem sie wohl brauchbare Vergleichswerte ergaben, die völlig der ärztlichen Praxis zur Feststellung der Arbeitsfähigkeit und den therapeutischen Zwecken zu genügen imstande sind, natürlich aber nicht den Anspruch erheben können, absolute Zahlenwerte zu ergeben. Die experimentelle Feststellung des Summanden M dagegen bedarf einer absolut exakten Angabe der Muskelfunktion in mkg. Man erzielt diese erforderliche Genauigkeit der Versuchsergebnisse dadurch, dass man, bei völliger Fixierung der nicht zur betreffenden Arbeit erforderlichen Muskelgruppen, möglichst unkomplizierte geradlinige Verschiebungen eines gegebenen Gewichtes ausführen lässt. Eine einfache feste Rolle, die am Plafond befestigt wird, ein genaues Kathetometer mit Ringführung für den Gewichtsfaden, eine Wiegeschale an einem Bindfaden mit Riemengriff genügen für präzise Messungen der Muskelfunktion, wenn die obigen Bedingungen erfüllt sind.

Das erhaltene Produkt aus der Last L und ihrem Wege, der am Kathetometer abzulesen ist, muss gleich sein dem Produkte der gesuchten Kraft K und dem genau zu bestimmenden Wege des Angriffspunktes der Kraft, da von der Last dieselbe Arbeit geleistet wird wie von der Kraft. Sitzt der Patient zur Ruhigstellung der Körpermuskulatur und lehnt den Unterarm auf einen Tisch auf, so wird die in die Hand gefasste Ringschnalle bei einer Adduktion des Unterarms genau parallel zur Median-

ebene bei einer Drehung um 90° den Weg W zurücklegen, der leicht aus der Länge des Unterarms r von seinem Drehungspunkte U bis zur Ringschnalle zu berechnen ist:

Formel XLVI. $W = \frac{1}{2} r \pi = 1{,}5707963\ r$,

demnach gilt im angenommenen Beispiele die Beziehung:

Formel XLVII. $K = \frac{L \cdot S}{1{,}5707963\ r}$

oder besser:

Formel XLVIII. $K = \frac{0{,}63662\ L \cdot S}{r}$

wenn S die abgelesene Differenz am Kathetometer bedeutet.

Für die Funktionsbestimmung der Unterarmadduktoren genügt indessen die einfache Formel:

Formel XLIX. $M = L \cdot S_1$, also

Formel L. $A = L \cdot S_1 + (c + w)$.

Von hervorragendem Interesse für die osmologische Pathologie ist nun aber besonders die Feststellung der Funktion von Hohlmuskeln. Diesen Betrachtungen ist vorauszuschicken, dass bei den Bewegungsmuskeln eine Arbeit nach aussen hin geleistet wird, dass also die potentielle Spannung, die sich bei der Bewegung in kinetische Energie umsetzt, in der Form von potentieller Energie in der Aussenwelt verbleibt. Hebt man z. B. einen Stein auf, so vermag dieser die ihm erteilte potentielle Energie wieder in kinetische Energie umzusetzen, indem er die Hubhöhe wieder hinabfällt. Die von den Hohlmuskeln aber geleistete Arbeit verbleibt im Organismus und setzt sich teilweise in Wärme um, die teils ausgestrahlt wird, teils zur Konstanz der Körpertemperatur unmittelbar summierend beiträgt, teils aber als chemische Spannkraft ihre Wirkung dadurch äussern kann, dass sie chemische Prozesse anregt und begünstigt. Der Summand M wird also bei Hohlmuskeln niemals direkt experimentell gemessen werden können. Man umgeht die unmittelbare Messung von M, indem man die Arbeit des Herzens (nach dem Vorgang I. R. Mayers im Sinne Borellis und Passavants) mit annähernder Genauigkeit dem Produkte der von ihm bei einem Herzschlage ausgeworfenen Blutmenge und dem Blutdrucke in der zugehörigen Arterie gleichsetzt. Demnach ist die **Funktionsformel des Herzens:**

Formel LI. $\Omega = y \cdot p + (c + w)$, wenn

Ω = Herzfunktion,
y = bei einem Herzschlage ausgeworfene Blutmenge,
p = Aortendruck,
c = experimentell gemessene chemische Funktion,
w = „ „ Wärmeproduktion.

Nach den Berechnungen von Volkmann und Donders ist M des normalen Herzens beim Erwachsenen = 869 700 mkg. Die weitere Folgerung, dass dem Körper aus der lebendigen Arbeit des Herzens gegen 204 000 Calorieen zukommen, erweist sich nach den obigen Ausführungen als unzureichend. —

Wir kehren nunmehr zur Erörterung der allgemeinen Funktionsformel für Muskeln zurück. Der Summand c stellt die osmotische Druckänderung des Muskelserums infolge der Muskelbewegung dar. Wir möchten an dieser Stelle besonders darauf hinweisen, dass eine Funktion nicht durch die Gefrierpunktsmethode bislang direkt gemessen werden kann, da der Quotiant $\frac{\Omega}{\Delta}$ sich vorläufig noch unserer hinreichenden Kenntnis entzieht; man vermag nur eine Funktionsänderung kryoskopisch festzustellen; Δ ist also nicht der osmotischen Funktion gleichzusetzen, sondern nur ihr proportional. Die bisher bekannten osmologischen Thatsachen über Muskeln sind die folgenden. Der Muskel enthält:

Eiweiss in der kontraktilen Substanz und im Serum,
Fette in den interfibrillären Fettzellen,
Lecitin, Cholestearin } in den Nerven,
Leimgebende Substanz im Bindegewebe,
Hämoglobin (beim Herzmuskel neben Myohämatin),
Elastin im Sarkolemm, Neurilemm und in den elastischen Fasern des Perimysiums und der Gefässwände,
Keratin im Gefässendothel.
Produkte der regressiven Metamorphose der Muskelsubstanz:
Kreatin 0,25 % (Perls)
Kreatinin
Sarcin
Xanthin (besonders bei Inanition)
Carnin
Harnstoff, Harnsäure } 0,01 %
Inosit (reichlich in Säufermuskeln)

(häufig) Inosinsäure
Phosphorfleischsäure (in Fleischsäure und in Kohlehydrat zerfallend) (Siegfried)
(zuweilen) Taurin
Traubenzucker (Meissner u. a.)
Glykogen 0,43 % (Hesse)
Milchsäuren
Flüchtige Fettsäuren
Kaliumphosphat
Magnesiumphosphat
Calciumphosphat etc.

Nach Schlossberger und v. Bibra enthalten 100 Gewichtsteile Muskel:

H_2O	74,45
Feste Stoffe	25,55
Lösl. Eiweiss Farbstoff	1,93
Glutin	2,07
Alkohol. Extractivstoffe	3,71
Fette	2,30
Insolubilien	15,54

Wichtig ist die Thatsache, dass die Menge der Extraktivstoffe parallel dem Grade der gewohnheitsmässigen Muskelfunktion, aber auch im Verhältnis einer vorübergehenden Mukelbewegung wächst und sinkt. Bei starken Muskelanstrengungen entstehen Fleischmilchsäure und Phosphate. Die Extraktivstoffe betragen etwa 3 %. Das Muskelserum reagiert sauer. Es enthält Myoalbumin und Myoglobulin, Musculin (Halliburton), Myosinogen, Myohaemotin, Pepsin, diastatisches Ferment u. a. Obgleich der Muskel aus dem Blut beständig Sauerstoff aufnimmt, ist im Muskelserum kein O absorbiert (Hermann), dagegen lassen sich ein geringer Teil absorbierten Stickstoffes und 15—18 Volumprozent Kohlensäure, teils chemisch gebunden, teils absorbiert, nachweisen (Stintzing). Nach dem letzteren Autor enthalten die Muskeln eine Substanz, die durch Zersetzung CO_2 liefert; bei der Arbeit des Muskels entsteht aber weniger CO_2, da die Substanz dabei verbraucht wird. Nach Dr. Bois-Reymond, v. Liebig und v. Humboldt wird vom Muskel in der Ruhe weniger CO_2 abgeschieden, als dem aufgenommenen

Sauerstoff entspricht. Die Reaktion des Serums im ruhenden Muskel ist alkalisch. Nach Weyl & Zeitler entsteht bei der Muskelthätigkeit Phosphorsäure (vielleicht auch Milchsäure) aus Lecithin und Nuclein. Der thätige Muskel scheidet mehr CO_2 ab, als dem zugeführten O entspricht und mehr als der ruhende Muskel. v. Helmholtz giebt an, dass der thätige Muskel weniger in Wasser lösliche, dagegen mehr in Alkohol lösliche Extraktivstoffe enthält. Die Muskelsubstanz enthält weniger CO_2 bildende Stoffe (Ranke), Fettsäuren (Sczelkow), Kreatin und Kreatinin (v. Voit, Monari). Bei der Muskelarbeit nimmt der Wassergehalt des Muskelserums zu, der des Blutes entsprechend ab (Ranke). Im Blute nehmen die festen Substanzen zu, in der Lymphe (besonders auch Albumin) ab (Fano). Die Untersuchungen Pflügers beweisen nicht direkt das unmittelbare Entstehen der mechanischen Kraft aus den chemischen Umwandlungen des Eiweisses, wie Landois annimmt. Das mechanische Wärmeäquivalent des Eiweisses (48,7 $^0/_0$ beim Hund) stellt eben nur den nicht als Wärme mehr nachweisbaren mechanischen Arbeitseffekt dar, spricht aber durchaus nicht für ein unmittelbares Übergehen der chemischen Energie in mechanische Arbeit (cf. o.). Ferner sind die folgenden, für die chemische Funktionsänderung des Muskelserums wichtigen Thatsachen bekannt geworden:

Durch Muskelarbeit wird	
vermehrt	vermindert
Schwefelsäure-Ausscheidung	Glycogengehalt
Schwefel- „	Zucker- „
Phosphorsäure- „	—
Blutgehalt überhaupt	—

Untersuchungen über die Kryoskopie des Muskelserums stehen zur Zeit noch aus. Möglich erscheinen theoretische Erwägungen dieser noch nicht zureichend aufgehellten Verhältnisse, ferner chemisch-analytische Untersuchungen, stöchiometrische Ableitungen und die Kryoskopie des im bekannten Konzentrationsverhältnis durch Wasser resp. Alkohol extrahierten und diluierten Muskelserums, und schliesslich die kryoskopische Experimentaluntersuchung des, nach der Methode W. Kühnes gewonnenen, reinen Muskelserums. (Die entbluteten Froschmuskeln werden auf — 10° trocken abgekühlt, im eiskalten Mörser gestossen und rasch durch Leinen ausgepresst, die abfliessende Flüssigkeit kalt filtriert und

der Gerinnung überlassen, bei der sich Muskelserum vom Muskelplasma trennt. Bei dem Verfahren hat man sich vor der Zufuhr von Leitungswasser oder Solubilien zu hüten.)

Um die chemische Funktionsänderung zu bestimmen, hat man Muskelserum unter normalen Umständen und durch den Einfluss von pathologischen und physiologischen Verhältnissen (Cyanose und Dyspnoe resp. Muskelarbeit) verändertes Muskelserum nebeneinander zu kryoskopieren und

Formel LII. $\underline{|\Omega} = \underline{|\Delta}$ zu setzen.

$\underline{|\Omega}$ = chemische Funktionsänderung des Muskels nach Arbeit oder Erkrankungen,
$\underline{|\Delta}$ = Verhältnis des veränderten kryoskopischen Befundes zum normalen.

Der Summand w der Muskelfunktionsformel ist kalorimetrisch festzustellen. Der gefundene Wert ist gleich der Differenz des unter den veränderten Bedingungen gegebenen Kaloriengehaltes des Körpers und dem normalen Gehalte an Kalorien unter gleichen äusseren Bedingungen. Da indessen die Bedingungen im Kalorimeter für den Organismus veränderte sind, so erscheint der Wert physiologischer kalorimetrischer Messungen am lebenden Wesen etwas herabgedrückt.

Übrigens lässt die Funktionsformel für Muskeln noch eine theoretisch interessierende Erweiterung zu:

Formel LIII. $\Omega = C$
Formel LIV. $\underline{\Omega = M + (c + w)}$, demnach ist
Formel LV. $\underline{\underline{\Omega = \frac{1}{2} [C + M + (c + w)]}}$

XVIII. KAPITEL.

Fortsetzung des allgemeinen Teiles der Herzkrankheiten.

Im vorangehenden Kapitel hatte sich für den Herzmuskel die Funktionsformel ergeben:

$$\Omega = y \cdot p + (c + w),$$ d. h.

die Funktion des Herzmuskels ist gleich der Summe aus dem Produkte von ausgeworfener Blutmenge und Aortendruck und den experimentell annähernd bestimmbaren Wärme- und Funktions-

änderungen. Wir vermögen hieraus unmittelbar die Folgerung abzuleiten, dass bei einer Funktionsänderung des Herzens, sei sie pathologischer oder verändert-physiologischer Natur, entweder der Summand yp, oder (c + w), oder endlich beide sich ändern. Es ist klar, dass y sich nur bei Herzdilatation oder unvollkommener Kontraktion und Entleerung des Herzens (infolge von Klappenfehlern, indem ein Teil des Blutes in die Herzkammer zurückgeworfen wird), zu ändern vermag, während bei normaler Herzmuskulatur unter sonstigen pathologischen Verhältnissen (Lungenkrankheiten, Nierenerkrankungen, dem Symptomenbilde der Cyanose und Dyspnoe etc.) y seinen normalen Wert beibehalten muss. Dagegen ändert sich p bei Stauungszuständen ausserordentlich. Auch Temperaturerhöhungen, speziell Fieber, vermögen im allgemeinen nicht auf y, wohl aber auf p verändernd einzuwirken.

Die chemischen Umsetzungen im Fieber sind durch den erhöhten Eiweisszerfall im Herzmuskel erhöht, folglich ergiebt in allen fieberhaften Krankheiten c einen höheren Wert als in fieberlosen Erkrankungen, es sei denn, dass es sich im letzteren Falle um solche Stoffwechselkrankheiten handele, die einen erhöhten Abbau von Körpereiweiss bedingen. Bei den Krankheiten des Stoffwechsels sowie bei komplizierenden, fortschreitenden Anämieen und Kachexieen ist eine Steigerung von c zu konstatieren. In der Rekonvalescenz hingegen wird eine konstante Abnahme des Summanden c bis zur Norm zu erwarten sein, wobei stets die physiologischen Schwankungen zu berücksichtigen sind. Diese physiologischen Grenzwerte sind nicht durch die absolut gemessene Arbeitsleistung bedingt, sondern richten sich vielmehr nach der relativen Arbeitsleistung des Patienten.

Da nämlich die Beziehung gilt:

Formel LVI. $A_r = A_a + G$

Wenn
- A_r = Relative Arbeitsgrösse
- A_a = Absolute Arbeitsleistung
- G = Körpergewichtsabnahme während der Krankheit in kg
- Z = Krankheitsdauer in Tagen
- T = Summe der Tagesmaxima des Fiebers minus der normalen Temperatur

so ergiebt sich allgemeingültig für die relative Arbeitsgrösse die empirische stöchiometrische Gleichung:

Formel LVII. $A_r = A_a + (G + T + \sqrt{Z})$

In der Norm sind die Grössen G, T und Z gleich Null, also die relative Arbeitsgrösse gleich der absoluten.

Formel LVIII. $A_r = A_a$

Findet unter Verhältnissen, die nicht nachweisbar pathologischer Natur sind, eine Abnahme des Körpergewichtes statt, wie beispielsweise im Greisenalter, oder bei Unterernährung wegen ungünstiger, socialer Verhältnisse des Patienten, so ist

$$A_r = A_a + G,$$

d. h., in diesen Fällen ist die relative Arbeitsgrösse höher einzuschätzen, als die absolut gemessene. Findet aber eine Gewichtszunahme unter günstigen äusseren Bedingungen statt, so wird die Grösse G negativ, also:

Formel LVIII. $A_r = A_a - G$, d. h:

bei einer Zunahme des Körpergewichtes, wie sie durch Wachstum, Rekonvalescenz oder gute Ernährung bedingt sind, steigt die relative Arbeitsgrösse nicht, da naturgemäss einer kräftigeren Konstitution eine grössere absolute Arbeitsgrösse angehören muss. Unter diesen Verhältnissen vermindert sich sogar die relative Arbeitsgrösse um G, da die Arbeitsfähigkeit eines Menschen geringer als im geraden Verhältnis der Gewichtszunahme anzuwachsen pflegt. Die Grösse T kann allgemein als Summe der täglichen maximalen Temperaturerhöhungen aufgefasst werden. In kurzdauernden Fieberzuständen, oder bei physiologischer Temperatursteigerung infolge erschöpfender körperlicher Anstrengungen oder nach reichlichen Mahlzeiten etc. ist demnach

Formel LIX. $A_r = A_a + T$ zu setzen, d. h.:

Bei grösseren Temperatursteigerungen ist die relative Grösse einer beliebigen Energieentfaltung höher einzuschätzen als im normalen Zustande, und zwar umso höher, je grösser T wird, d. h., je höher das Fieber ansteigt.

Wird in der Norm T = O, so ist die relative Arbeitsgrösse der absoluten gleichzusetzen:

Formel LX. $A_r = A_a$.

Tritt aber bei Unterernährung und geringer Arbeit, oder bei Bettruhe nach erschöpfenden Krankheiten, eine konstante subnormale Körpertemperatur für längere Zeit ein, so erhält T ein negatives Vorzeichen, und wächst mit der Zeitdauer dieser subnormalen Temperatur an, alsdann wird:

Formel LXI. $A_r = A_a - T$, d. h.: eine gewisse Arbeitsleistung ist bei solchen schwächlichen oder kränklichen Individuen (Greisen, Rekonvalescenten etc.) als relative Arbeitsgrösse höher einzuschätzen, als bei lebenskräftigen Individuen.

Der Summand c ist nun in der Weise von der relativen Arbeitsgrösse abhängig, dass mit einer Änderung der letzteren auch eine proportionale chemische Funktionsänderung eintritt, d. h. Formel LXII. $\lfloor c = \lfloor A_r$, also nach den obigen Auseinandersetzungen: Formel LXIII. $\lfloor c = \lfloor A_a + (G + T + \sqrt{Z})$. Da aber eine pathologisch veränderte relative Arbeitsgrösse sich zur normalen relativen Arbeitsgrösse wie $A_r : A_a$ verhält (cf. o.), so ist, da $\lfloor c$ an sich gleich c ist, indem beide gleichwertige Funktionsänderungen sind:

$$\text{Formel LXIV. } c = s + \frac{G + T + \sqrt{Z}}{A_a}$$

Man vermag also die chemische Funktionsänderung eines Muskels aus seiner absoluten Arbeitsgrösse und gewissen, leicht feststellbaren pathologischen Veränderungen direkt experimentell zu bestimmen. Es wird sich zeigen, inwieweit die so erhaltenen Resultate mit den kryoskopischen und chemisch-analytischen Versuchsergebnissen übereinstimmen, resp. in welcher Weise die Formel empirisch zu präzisieren ist. Dass eine Abhängigkeit zwischen den chemischen Prozessen im Muskel und seiner Thätigkeit, resp. den Aussenbedingungen besteht, ist gemäss den dargelegten Erörterungen als zweifellos sicher anzunehmen. Leider ist mir über G, T, Z und A keine einzige Untersuchung trotz aller Nachforschungen in der naturwissenschaftlichen Litteratur bekannt geworden, sodass an eine praktische Verwertuug der letzten gegebenen Formel vorläufig bis zu ihrer Bestätigung nicht gedacht werden kann. Um die gegebene Formel sicherzustellen, wäre es erforderlich, die beiden, im osmologischen und im mechanischen Experimente gefundenen Werte von c vor ihrer Gleichsetzung auf absolute Masseinheiten zu beziehen.

Bezüglich des Summanden w der Herzfunktionsformel möchten wir darauf hinweisen, dass das Versuchstier im Calorimeter absolut bewegungslos liegen muss, dass Schreie und Zuckungen eine Quelle von Versuchsfehlern darstellen, indem sie heftiger Muskelbewegungen zum Zustandekommen bedürfen, also eine erhöhte Wärmeproduktion ergeben, besonders aber, dass er nicht gleich

der erzielten Anzahl Calorieen ist, sondern aus der Wärmedifferenz zwischen normalen Befunden und den Ergebnissen bei künstlicher Herzbeschleunigung berechnet werden muss. Da nämlich bei denjenigen Körpermuskeln, die nicht eine Arbeit nach aussen hin leisten, eine direkte Bestimmung der Wärmezunahme unmöglich ist, weil man sie nicht in ihrer konstanten Thätigkeit einhalten kann (Herzschlag), so muss eine Erhöhung der Thätigkeit der betreffenden Muskeln zu Hülfe gezogen werden, um einen Rückschluss auf die Wärmeproduktion ziehen zu können. Beim Herzen geschieht dies folgendermassen, wenn man von der bekannten, durch den Atmungsprozess erzeugten Calorieenzahl und derjenigen der Darmperistaltik etc. absieht:

Formel LXV. $\frac{P_2}{P_1} = \frac{n_2}{n_1}$, wenn

P_2 = Erhöhte Pulszahl in 1 Minute
P_1 = Normale „ „ 1 „
n_2 = Gesammtzahl der Körperkalorieen bei erhöhter Pulszahl
n_1 = „ „ „ „ normaler „

Demnach gilt die Beziehung:

Formel LXVI. $\frac{P_2 - P_1}{P_1} = \frac{n_2 - n_1}{n_1}$

d. h., bei $(P_2 - P_1)$ Pulsen werden $(n_2 - n_1)$ Kalorieen produziert. Demnach ist: Formel LXVII. $\frac{1}{P_1} = \frac{1}{n_1} \frac{(n_2 - n_1)}{(P_2 - P_1)}$

d. h., bei 1 Pulsschlage werden $\frac{n_2 - n_1}{P_2 - P_1}$ Kalorieen erzeugt. Demnach ist:

Formel LXVIII. $w = \frac{n_2 - n_1}{P_2 - P_1} \cdot \text{Konst.}$

Die Konstante ist deshalb empirisch in Rechnung zu bringen, weil nur ein Teil der produzierten Herzmuskelwärme zur Ausstrahlung gelangt; es ist also:

Formel LXIX. Konst. < 1.

Demnach gestaltet sich die komplizierte Herzfunktionsformel zur folgenden Beziehung:

Formel LXX. $\Omega = y\,p + 1 + \frac{G + T + 1'Z}{A_a} + \frac{n_2 - n_1}{P_2 - P_1} \cdot \text{Konst.}$

Indessen legen wir unseren Betrachtungen über pathologische Funktionsänderungen des Herzens aus den oben erörterten Gründen die einfachere Beziehung

$$\Omega = y \cdot p + (c + w)$$

zu Grunde (cf. Kapitel-Anfang).

XIX. KAPITEL.

Osmotherapie der Herzkrankheiten.

An der Hand der im vorigen Kapitel gegebenen Formel ist es möglich, ein scharfes Bild der Akkomodationsfähigkeit des Herzens bei Kreislaufstörungen zu geben, die Kompensation von Herzfehlern also gewissermassen graphisch darzustellen. Unter diesen Verhältnissen ist Ω erhöht, p gleichfalls grösser, während y sich gleich bleibt. c und w sind gemäss der Erhöhung der Herzmuskelfunktion gesteigert. Komplizieren Blutungen und Anämieen oder Herzdilatationen die Kreislaufstörung, so sinkt auch y im Werte herab. Wenn Anämie oder Blutergüsse komplizierend eintreten, so sinkt neben y auch p; es ergiebt sich also die Regel, dass bei der Komplikation der Kreislaufstörungen mit Anämie oder Blutentziehungen, seien sie künstlicher oder pathologischer Natur, $(c + w)$ abnorm erhöht, d. h. stets Temperaturerhöhungen eintreten müssen, eine Thatsache, die für die Therapie von höchster Wichtigkeit erscheint. Man vermag in solchen Fällen nur durch Erhöhung von y (Herzexcitantien) oder p (Injektionen physiologischer Kochsalzlösungen) oder durch Kombination beider therapeutischer Massnahmen durch Erhöhung der Herzfunktion Ω dem Eintreten von Fieber zu begegnen und so im doppelten Sinne nicht selten lebensrettend einzugreifen. Da p auch durch Erhöhung des osmotischen Druckes gesteigert werden kann, so ist eine Ernährungstherapie mit Kochsalz in den angeführten begrenzten Fällen als ausserordentlich wirksam des Versuches wert, und ich finde in der That bei vielen Autoren (Moraczewski, Voit, Weiske, Feder u. a.) analoge Fälle mit günstigen Resultaten bestätigend angeführt, ohne dass allerdings die genaue Indication bei scharf umschriebenen Krankheitsbildern bei diesen Autoren aufzufinden ist. Überhaupt verspricht die Osmotherapie (der die Kochsalzinjektionen zuzurechnen sind), auf dem Gebiete der Herzkrankheiten segensreiche Umwälzungen der Therapie durch genaues Studium der osmologischen Krankheitsbedingungen herbeiführen zu wollen. Es ist dringend zu betonen, dass nicht Kochsalzfütterungen an sich, sondern nur graduell den Funktionsveränderungen streng angepasste Chlornatriumquantitäten den osmotischen Druck positiv oder negativ zu korrigieren vermögen, sodass man durch ein Zuviel an Chlornatrium mehr schaden kann, als ein Zuwenig nützen

wird. Gerade diese Thatsachen sprechen für die ausserordentliche Bedeutung der osmologischen Stöchiometrie, welche die mannigfaltigen Krankheitsbilder auf allgemeine Gesetze zurückzuführen sucht. — Dass nicht beliebige indifferente Solubilien in die Blutbahn injiziert werden können, beruht auf dem Verhältnis der osmotischen Partialdrucke der pharmakologischen Substanzen; für diese Annahme spricht auch die Thatsache, dass für einen bestimmten Krankheitsfall verschiedene Substanzen therapeutisch wirksam sein können.

Die therapeutische Korrektion pathologischer Osmoseverhältnisse einer Körperflüssigkeit (Blutserum, Muskelserum, Oedem etc.; bei Herzkrankheiten besonders Blutserum und Herzmuskelserum) kann auf zweierlei Weise ausgeführt werden. Wenn:

O = osmotischer Druck der Körperflüssigkeit, deren Osmoseverhältnisse zu korrigieren sind
O_1 osmotischer Druck, O_2 „ „ } zweier Injektionstherapeutika
p_1, p_2 } Konzentration derselben in den Injektionsflüssigkeiten
i_1, i_2 } Dissociationscoefficienten der Substanzen
M_1, M_2 } Molekulargewichte derselben
t = die gleichzustellende Temperatur der Injektionsflüssigkeiten
a = 0,003665 (Ausdehnungs-Coefficient)

so gilt die allgemeine osmotische Spannungsformel:

Formel LXXI. $O = 223.5 \frac{p\, i\, (1 + at)}{M}$; demnach ergeben sich für die beiden angenommen Remedia die Beziehungen:

$$O_1 = 223.5 \frac{p_1\, i_1\, (1 + a_1\, t)}{M_1} \text{ und}$$

$$O_2 = 223.5 \frac{p_2\, i_2\, (1 + a_2\, t)}{M_2}.$$

Bezeichnet man nun die erforderliche osmotherapeutische Korrektion mit r und den osmotischen Druck, auf den der pathologische osmotische Druck O gebracht werden soll (also den normalen osmotischen Druck), mit O_n, so ist:

Formel LXXII. $O_n = r \cdot O$.

Unter dem Begriffe der osmotherpaeutischen Korrektion versteht man demnach diejenige Zahl, mit welcher der

bestehende (pathologische) osmotische Druck zu multiplizieren ist, um den zur Herstellung normaler Verhältnisse erforderlichen osmotischen Druck zu erhalten. Es ist also:

Formel LXXIII. $r = \frac{O_n}{O}$ oder

Formel LXXIV. $\underline{r = \lfloor O.}$ Da aber die Beziehung besteht:

Formel LXXV. $\underline{\lfloor O = \lfloor \Delta}$ ist, so finden wir:

Formel LXXVI. $\underline{\underline{r = \lfloor \Delta.}}$

Demnach ist uns in der Kryoskopie der Osmotherapeutica ein wichtiges Hülfsmittel zur Untersuchung ihrer praktischen Verwertbarkeit in die Hand gegeben, indem man für jeden pathologischen Fall die erforderliche osmotherapeutische Korrektion kryoskopisch festzustellen hat und jedes empfohlene Osmotherapeuticum hinsichtlich seiner spezifischen Korrektionsfähigkeit untersucht.

Unter dem Begriffe der spezifischen Korrektionsfähigkeit eines Osmotherapeutikums versteht man dessen Fähigkeit, vermöge seiner physikalischen Eigenschaften (Molekulargewicht, Dissociationsfähigkeit, Konzentration) eine bestimmte Krankheit oder Krankheitsgruppe, oder ein bestimmtes Symptom zu korrigieren.

Nehmen wir an, es seien zwei spezifische Osmotherapeutica, d. h. zwei lösliche Substanzen mit spezifischer Korrektionsfähigkeit, für ein und dieselbe Herzkrankheit in Vorschlag gebracht worden. Alsdann möge die Substanz I in bestimmter Konzentration den osmotischen Partialdruck O_1, die Substanz II den Partialdruck O_2 besitzen. Substanz I vermehrt bei der Injektion den osmotischen Gesamtdruck O des Serums um seinen eigenen Partialdruck O_1; unter der Annahme, dass I ein spezifisches Osmotherapeutikum ist, gilt also die Beziehung:

Formel LXXVII. $O + O_1 = O_n$. Nun war aber:

Formel LXXVIII. $\underline{O_n = r . O}$ demnach ergiebt sich:

Formel LXXIX. $O + O_1 = rO$, oder

Formel LXXX. $\underline{O_1 = O\,(r_1 - 1)}$. Ebenso lässt sich herleiten:

Formel LXXXI. $\underline{O_2 = O\,(r_2 - 1)}$. Da $r_1 = r_2$ ist, indem das pathologische Serum durch beide Substanzen in gleicher Weise, nämlich zur Norm O_n, verändert wird, so lässt sich die Folgerung ableiten:

Formel LXXXII. $\underline{\underline{O_1 = O_2.}}$

Nach Einsetzung der oben gegebenen Formeln lässt sich also folgern:

Formel LXXXIII. $\frac{p_1 \, i_1 \, (1 + \alpha_1 \, t)}{M_1} = \frac{p_2 \, i_2 \, (1 + \alpha_2 \, t)}{M_2}$.

Bei gleichen Lösungsmitteln der Injektionssubstanzen sind die Ausdehnungskoefficienten der Lösungen gleichzusetzen:

Formel LXXXIV. $\alpha_1 = \alpha_2$, folglich ist:

Formel LXXXV. $\frac{p_1 \, i_1}{M_1} = \frac{p_2 \, i_2}{M_2}$, oder

Formel LXXXVI. $\frac{p_1}{p_2} = \frac{M_1 \, i_2}{M_2 \, i_1}$, d. h. die Concentrationen zweier für eine Krankheit spezifischer Injektions-Osmotherapeutika müssen sich verhalten wie die Produkte aus ihren Molekulargewichten und den gegenseitigen Dissociations-Coefficienten.

Aus diesen Erwägungen heraus ergiebt sich die Wichtigkeit der Anerkennung des Gesetzes der osmotischen Partialdrucke.

Unter den bisher bekannten Therapeuticis und Applikationen wirken auf die Herzfunktion ändernd ein:

Den Herzschlag		Den arteriellen Blutdruck	
beschleunigend	verlangsamend	erhöhend	vermindernd
Kurze Wärmewirkung	Langdauernde Wärmezufuhr	Sauerstofftherapie	Starkergalvanischer Strom
Plötzlicher Temperaturwechsel	Geringere Blutwärme	Arterienfülle	Arterienleere
Druck a. d. Herzgrube	Eis	Erhöhte Herzfunktion	Geringe Herzfunktion
Blutdrucksteigerung	Blutdruckabnahme	Vollblütigkeit	Anämie
Galvanischer Strom	Erhöhter Blutdruck	Injektionen konzentrierter Lösungen	Aderlass, Bluterguss
Galvanische Wechselströme		Nahrungsaufnahme	Schweisse, Durchfall
Stark verdünnt: Galle, gallensaure Salze Essigsäure	**Konzentriert:** Galle, gallensaure Salze, Essigsäure	Dyspnoe	Eupnoe
		Nephritis chronica	Konstante Vagusreizung
Weinsäure Citronensäure Phosphorsäure		Arteriosklerose	Hoher positiver Respirationsdruck
—	Chloroform		
Herzgifte	Herzgifte, SO_2	Bleiintoxikation	Fieber
	Cl	Ergotin	Herzinsufficienz
	N_2O	Herzhypertrophie mit Dilatation	Chlorose
	SO_4		Phthise
	CO	Digitalis	Morphiuminjektionen
O	CO_2		
Neutrale Kalisalze	Neutrale Kalisalze	—	Diphtherie
Digitalis Morphium Nikotin			
Konzentriert:	Verdünnt:		
Veratrin Kamphor Aconitin			
Mässige Menge Äther	Geringe Menge Äther		

Den venösen Blutdruck		Die Blutgeschwindigkeit	
erhöhend	vermindernd	erhöhend	vermindernd
Die Druckdifferenz zwischen Art. u. Venen vermindernde Bedingungen	Die Druckdifferenz zwischen Art. u. Venen steigernde Bedingungen	Gefässenge	Gefässweite
		Contraction der Gefässwände	Erweiterung der Gefässwände
		(Nicht abhängig vom Blutdrucke!)	
		Grosse Druckdiff. zw. Gefässanfng. u.-Ende	Geringe Dr.-Diff. zw. Gefässanfg. u. -Ende
Blutfülle	Blutarmut	Starke Herzfunktion	Schwache Herzfnkt.
Exspiration	Inspiration	Geringe Strömungswiderstände	Grosse Strömungswiderstände
je nach ihrer Tiefe		Geringe periphersche Widerstände	Grosse periphersche Widerstände
Gefässkontraktionen	Varicen.	Herzschlag	Herzpause
		Exspiration	Inspiration
		Eupnoe	
		Andauernd. Dyspnoe	Kurze Dyspnoe
		Gehbewegung	Ruhe
		Herzklappenfehler	Kompensation des Klappenfehlers

Mit der Herzfunktion verläuft die Curve von x. Jede gesteigerte Oligurie wird fast ausnahmslos von Albuminurie begleitet, weil das Serumalbumin um so leichter diffundiert, je länger das Blut mit der Gefässwand der Glomeruli in Kontakt bleibt (Posner.) Schwindet die Anurie, so ist der zuerst entleerte Harn stets eiweisshaltig. Bei der acuten ulcerösen Endocarditis lässt sich Gallenfarbstoff im Harn oft nachweisen, das vermehrte Urobilin und andere Farbstoffe geben auf Zusatz kochender Salpetersäure die burgunderrote Reaktion Rosenbachs und sprechen für einen erhöhten Zerfall von Blut- und Eiweisskörpern. Die rotbraune Farbe des Stauungsharns wird durch grosse Mengen von ausgeschiedenem Urobilin hervorgerufen.

Typisch für inkompensierte Herzfehler ist Oligurie. Oligurie und Anurie sind Consequenzen gradueller Herzfunktionsstörungen.

Wir gehen nunmehr zur speziellen osmologischen Pathologie der Herzkrankheiten über.

XX. KAPITEL.
Spezielle Herz-Pathologie.
Acute Endo- und Myocarditis.

Die mikrobiotischen Herzgifte wirken auf die Herzfunktion schädigend ein; zwischen den Herzmuskelfasern sammelt sich ein

entzündliches, eiweissreiches Exsudat an. Später wird durch anatomische Veränderungen der Herzklappen die Herzfunktion weiterhin beeinträchtigt. Endo- und Myocarditis schliessen sich an Infectionskrankheiten an, teilen also deren osmologische Symptome. Die bedeutendsten Funktionsänderungen bedingt die Myocarditis, da sie das Herzmuskelserum unmittelbar ändert (Polyarthritis rheumatica, Diphtherie, Abdominaltyphus, Gonorrhoe, Chorea, Puerperium, Scarlatina, Morbilli, Influenza).

Endocarditis chronica und erworbene Klappenfehler.

Klappen-Insufficienzen und Stenosen entstehen meist durch Endocarditis, fehlerhafte Muskelkontraktionen oder Arteriosklerose. Beide führen anfangs zu verminderter Füllung des stromabwärts, erhöhter Füllung des stromaufwärts liegenden Herzteiles. Demnach bedingt ein Klappenfehler eine erhöhte Funktion für den stromaufwärts gelegenen Herzteil. Während einer Compensation des Klappenfehlers bleibt die Blutstromgeschwindigkeit (unter gleichen Aussenbedingungen) unvermindert. Die Fähigkeit des Myocardiums für Energieaufspeicherung wird durch die folgenden Umstände herabgesetzt:

1) Unterernährung,
2) Degenerative Prozesse der Herzmuskelfasern,
3) Entzündliche " " "

Die bisher bekannten Gründe für die Aufhebung einer Herzfehlerkompensation sind:

1) Körperliche Überanstrengung, die p steigert, sodass C nicht mehr der erforderlichen Arbeit genügt. (Grosse relative Arbeitsgrössen bei mässigem Kraftaufwande.) (cf. o.)
2) Puerperium,
3) Erregungen,
4) Infectionen,
5) Polyarthritis.

Thrombose und Infarkte sind sehr häufige Begleiterscheinungen der Herzkrankheiten.

Mitralinsufficienz.

Bei schweren Fällen bieten sich Lungensymptome infolge ihrer Blutüberfüllung dar: Cyanose, Dyspnoe, Bronchialkatarrh.

v. Korányi beschreibt die folgenden Fälle:

Fall	Diagnose	Hydrops	x	Δ	K	f	δ	$\varkappa$	g	Medication
1	Mitralinsuff.Sten.ost.ven.l.	gross	140	1,30	0,09	14,44				
2	" "	"	600	0,72	0,08	9,60				
3	" "	"	240	3,11	0,45	6,91				
4	" "	gering	940	1,59	0,59	2,70				
5	" "	mässig	300	2,03	0,82	2,45				
6	" "	gering	1080	1,63	0,68	2,40				
7	" "	mässig	650	2,04	0,05	1,94				
8	" "	gering	500	1,51	0,78	1,94				
9	" Neurasthenie	—	1600	1,43	1,07	1,48				
10	" "	—	1260	1.50	0,99	1,51				
11	" Sten. ost. ven. l.	—	680	1,90	1,27	1,49				
12	Mitralinsuff.	—	700	1,93	1,23	1,37				
13	" + Dyspnoe	—	1020	1,78	1,40	1,27				
14	Mitralinsuff. + sten. ost. ven. l.	kein	680	1,95	1,28	1,49	0,65	0,59	1,10	2. Tag von Digitaliswirk.
15	Mitralinsuff. + Anämie	"	700	1,93	1,23	1,57	0,53	0,53	1,00	
16	Mitralinsuff.	gering	1020	1,78	1,40	1,27	0,59	0,47	1,26	Indiff. Med.
17	"	—	470	1,73	0,57	3,04	0,62	0,55	1,13	
18	"	kein	750	2,05	1,06	1,94	0,67	0,58	1,16	

Der Beachtung wert erscheint das Verhältniss f zur Ausdehnung des Hydrops.

Mitralstenose.

Die Mitralstenose ist meist mit Mitralinsufficienz kompliziert. An sich verringert die Mitralstenose die Füllung der linken Kammer. Cyanose und Bronchialkatarrh mit häufig intercurrierender Dyspnoe sind fast typisch für fortgeschrittene Erkrankungen.

Aorteninsufficienz.

Ätiologisch sind Endocarditis und Arteriosklerose bemerkenswert. Der linke Ventrikel hypertrophiert infolge seiner hohen Funktionsänderung.

Fall	Diagnose	Hydrops	x	Δ	K	f	δ	$\varkappa$	g	Medication
1	Insuff.aort.+ sten.ost.art.l.	—	800	1,75	1,16	1,51	—	—	—	—
2	" " + Dyspnoe	—	800	1.40	0,92	1,54	—	—	—	—
3	Insuff.aort.+ sten.ost.art.l.	—	1650	1,29	0,89	1,45	—	—	—	—
4	Insuff. aort. (Albuminurie)	gering	900	1,58	0,95	1,67	0,59	0,44	1,35	1. Tag nach Digitalis.
5		gering	520	1,86	0,90	2,07	0,55	0,56	0,98	"

Auch in diesen Fällen erscheint f unverkennbar abhängig von der Ausdehnung des Hydrops.

Aortenstenose.

Die Aortenstenose ist meist durch Aorteninsufficienz kompliziert. Auch hier hypertrophiert der linke Ventrikel.

Fall	Hydrops	x	Δ	K	f
1	mässig	920	1,61	0,90	1,79
2	sehr gering	720	1,88	1,10	1,71

(v. Korányi.)

Tricuspidalinsufficienz.

Die Tricuspidalinsufficienz bedingt in allen Organen schwere venöse Stauungszustände, die auf den Blutdruck erhöhend zurückwirken und dadurch auf die Dauer die Herzfunktion schädigen.

Vitia cordis congenita (cf. o.)

Die geringsten Funktionsänderungen wachsen zu schwerwiegenden Störungen der Funktionsfähigkeit der Organe heran. Typisch sind chronische Cyanose und häufige Dyspnoe (cf. ds.). Meist wirft die geringste pathologische, zuweilen noch in physiologischen Grenzwerten liegende Funktionsänderung irgend eines Organes den Patienten mit schweren objektiven und subjektiven Symptomen auf das Krankenbett.

Cor adiposum.

Die Organfunktionen sind herabgesetzt. v. Korányi berichtet über die osmologische Untersuchung eines Falles:

Fall	x	Δ	K	f	δ	$\varkappa$	g
1	860	1,37	0,64	2,14	0,61	0,58	1,05

Myocarditis chronica.

Das Herzmuskelserum erfährt im Verlaufe der Krankheit eine durchgreifende Funktionsänderung. Die Herzmuskel-Insufficienz geht parallel den chemischen Veränderungen langsam und unaufhaltsam mit dem Fortschreiten des Krankheitsprozesses vorwärts. In der Mehrzahl der Fälle ist keine Temperaturerhöhung nachweisbar.

Akute und chronische Pericarditis.

Meist komplizieren diese Krankheiten Allgemeininfektionen. Die Entzündung ist sero-fibrinöser und hämorrhagischer Natur. Myocarditis ist eine fast regelmässige, Endocarditis eine häufige Begleiterscheinung der Pericarditis, woran bei osmologischen Prüfungen festzuhalten ist. Die Exsudate nehmen oft grosse Dimensionen an. Typisch ist Pulsbeschleunigung. Häufig bilden sich an Unterleibsorganen und Haut Stauungserscheinungen. Nicht

selten treten als Komplikationen Pleuritis exsudativa, Polyarthritis, Nephritis, Tuberkulose hinzu.

Herzrupturen.

Diese Erscheinungen entstehen nur bei physikalischen und chemischen Aenderungen der Herzwand; sie bedingen zunächst plötzliche Anämie und Suffokation. Naturgemäss ist jede Therapie hoffnungslos.

Arteriosklerose.

Es bilden sich fettige Entartungen und Verkalkungen des Herzens. Ätiologisch sind entzündungserregende Einflüsse chemischer Substanzen wahrscheinlich. Nach Krehl sind vermutlich zuweilen die anatomischen Veränderungen der Gefässwand eine direkte Folge chemischer Einwirkungen. Der Blutdruck ist bei Arteriosklerose des Herzens meist erhöht und wird zuweilen als Ursache der Sclerose angegeben. In ihren Konsequenzen setzt die Arteriosclerosis cordis die Herzfunktion beträchtlich herab. Der Harn kann die Symptome der Stauungsniere aufweisen. Eiweiss fehlt oft im Urin; häufig bieten sich urämische Erscheinungen dar.

Aortenaneurysma.

Sehr häufig kompliziert Arteriosclerosis das Krankheitsbild. Das Herz an sich kann normale physikalische Befunde aufweisen. Häufig genug folgen letale Hämorrhagieen.

Paroxysmale Tachycardie.

Die Herzbeschleunigung tritt periodisch auf. Herzinsufficienz ist typisch für den Krankheitsverlauf.

Die Krankheiten des Verdauungstraktus.

Das wichtige Kapitel der osmologischen Pathologie des Verdauungstraktus hat bisher in der gesammten Litteratur leider nur eine geringe Bearbeitung erfahren. Die führende Rolle hat bisher Strauss durch seine experimentellen und klinischen Untersuchungen behauptet, doch sind in der neuesten Zeit auch die Namen von Nagelschmidt, von Kostkewicz u. Justesen durch hierher gehörige, von Strauss veranlasste Arbeiten bekannter geworden. Meine eigenen Untersuchungen erstrecken sich auf die Theorie der Funktionen u. a. Es hat sich ergeben, dass nicht eine vierfache Funktion des Magens anzunehmen ist, die in der motorischen Arbeit, der Resorption (v. Mering, v. Moritz), der Sekretion

und der Ausgleichung des osmotischen Druckes besteht, sondern, dass in der That wie bei allen anderen Organen für den Magen nur eine einheitliche osmologische Funktion besteht, die in dem Austausche der Moleküle und Jonen durch die Magenschleimhaut hindurch ihren Ausdruck findet. Durch die Sekretion, die motorische Arbeit, die Wärmeproduktion u. a. wird die Arbeit in Form kinetischer Energie vom Magen aus nach aussen hin geleistet, durch die Resorption wird vermöge des Gehaltes der resorbierten Moleküle und Jonen an disponibler Arbeitskraft potentielle Energie gewonnen. Die Funktion, d. h. der Arbeitseffekt des Magens, ist demnach der Differenz aus der durch Resorption gewonnenen Energie und der nach aussen hin geleisteten Energie (Sekretion etc.) gleichzusetzen. Da die Osmologie des Magens noch unzureichend studiert ist, so vermochten stöchiometrische Darstellungen der Magenfunktion bislang noch nicht aufgestellt zu werden. Von hohem Interesse ist die citierte Arbeit von Strauss über Magenfunktion. Eine wohl charakterisierte Bestimmung des Magens besteht in der Regelung des osmotischen Druckes des Mageninhalts. (Köppe, Winter, Roth, Strauss, Pfeiffer, Sommer.) Der osmotische Druck des Mageninhaltes liegt auf der Höhe der Verdauung unter demjenigen des Blutes. Die modekulare Konzentration des Mageninhaltes beträgt — 0,38° bis — 0,44°, zuweilen aber — 0,32° bis — 0,55°, im Mittel circa — 0,40°. Abnorm niedrige Werte findet man meist bei Gegenwart von Milchsäure, die aber an sich den Gefrierpunkt wenig erniedrigt. Geringe Gefrierpunkte wurden in einzelnen Fällen von Hyperacidität und Achylia gastrica beobachtet. Die Befunde für dasselbe Individuum auf der Höhe der Verdauung zu verschiedenen Zeiten sind nahezu konstant. Strauss schlägt vor, die Höhe der Verdauung aus dem Erscheinen des Momentes der Gastroisotonie zu diagnostizieren, da auch bei sekretorischer Mageninsufficienz diese spezifische Zahl die Höhe der Verdauung anzeigt. Von hoher Bedeutung für die Befunde der molekularen Konzentration eines Ingestums erscheint die Frage der **Verweildauer** desselben im Magen.

Unter dem Begriffe der gastroisotonischen Lösung versteht Strauss eine Lösung vom Gefrierpunkte — 0,36° bis — 0,48° (oder — 0,32° bis — 0,37°. Praktisch ist die erstere Definition durchgeführt.)

Unter dem Begriffe der gastrohypertonischen Lösung

hat man Lösungen vom Gefrierpunkte $> 0{,}48^0$, unter gastro-hypotonischen Lösungen solche vom Gefrierpunkte $< 0{,}36^0$ zu verstehen.

Der Chlorgehalt des reinen Magensekretes gleicht nahezu demjenigen des Blutes. Da ein derartiger Chlornatriumgehalt an sich schon einen Gefrierpunkt von — 0,36° aufweist, zo lässt sich folgern, dass die Zahl der Moleküle von Achloriden im Blute diejenige im Magensekrete bei weitem übertrifft.

Wichtig für die Osmodiätetik sind die folgenden Befunde von Strauss: Die molekularen Konzentrationen der folgenden Nahrungs- und Genussmittel betragen für:

Rauenthaler Wein:	— 5,0°
Bordeaux:	> — 4,0°
Schultheiss Versandtbier:	— 2,72°
Milch:	— 0,56° (Koeppe)
Fleischsaft:	— 0,56°
Brühsuppe:	— 0,80°
Kaffee (schwarz):	— 0,08°

Strauss schliesst aus diesen Thatsachen heraus für die Osmotherapie der Magenkrankeiten, dass in Fällen motorischer Mageninsufficienz flüssige Ingesta von hoher molekularer Konzentration möglichst zu meiden sind, da sie neben ihrer resorptionsbefördernden Wirkung die Wasserabscheidung in den Magen hinein verstärken, was einer Belastung der Motilität entspricht. Bei Motilitätsstörungen mit dauernder Inhaltsstauung erscheint es unmöglich, durch eine Trockendiät den Flüssigkeitsgehalt des Magens ausserhalb des Rahmens des individuellen Mageninhalt-Gefrierpunktes zu regeln. Ein hoher Salzgehalt der Ingesta vermehrt während der Verdauung das Volumen und den Wassergehalt derselben, wenn er auch dadurch ihre Verflüssigung erleichtert. (»Verdünnungssekretion« nach Strauss.) Der citierte Autor warnt deshalb vor therapeutischen Extremen sowohl der Trockendiät (van Swieten, Schroth, Ewald u. a.) als auch der flüssigen Diät (Liebermeister, Riegel, Pentzoldt, Pick) bei motorischer Mageninsufficienz.

Wir veröffentlichen in den angeschlossenen Tafeln eine für die Osmotherapie der Krankheiten des Verdauungstraktus fundamental wichtige Tabelle von Strauss-Koskewicz über die Osmologie der medizinischen Mineralwässer. Es ist vorauszuschicken, dass nach Untersuchungen von Strauss die folgenden osmothera-

peutisch zu beachtenden Grundregeln für die Einwirkung der Mineralwässer auf die Magensekretion Geltung haben:

I. Isotonische Mineralwässer (d. h. Wässer von gleicher molekularer Konzentration wie der Mageninhalt) zeigen im Magen eine Tendenz zur Anregung der Verdünnungssekretion.

II. Hypotonische Mineralwässer (Gefrierpunkt $< - 0{,}35^0$) erfahren im Magen eine Konzentrationszunahme. **Hypertonische Wässer verweilen auffallend lange im Magen.**

Wir vermögen diese Sätze zu modifizieren.

I. Isotonische Mineralwässer erzeugen zunächst eine relative Bluthyperosmose.

II. Hypotonische Mineralwässer erzeugen zunächst eine relative Bluthyposmose. (Zikel.)

Aus den beigegebenen Kurven vermag man demnach die osmotherapeutische Einwirkung der bekannten Mineralwässer auf die Blutserum-Funktion zu studieren. Denn wir haben an anderer Stelle den Nachweis erbringen können, dass die Magenfunktion eine Teilfunktion der Energieentfaltung des Blutserums ist.

XXI. KAPITEL.

Die Krankheiten der Harnorgane.

Allgemeiner Teil.

Wohl die in neuerer Zeit beststudierte ärztliche Disziplin ist die Osmopathologie der Harnorgane. Die wichtigsten chemischen Untersuchungen bei Nierenkrankheiten haben den Nachweis von Blut und Eiweiss im Harn zu erbringen. Daneben ist die in 24 Stunden entleerte Harnmenge, das spezifische Gewicht und die Harnreaktion zu berücksichtigen. Von grundlegender Bedeutung für die osmologische Nierenpathologie ist die äusserst schwierige rechnerische Bestimmung der Nierenfunktion, über die in der Litteratur teils abweichende, teils unbrauchbare Formeln vorliegen. Es erscheint aus diesem Grunde praktisch, an dieser Stelle die Berechnung der Nierenfunktion der speziellen Pathologie vorauszuschicken. Bei Nierenkrankheiten ist der Wassergehalt des Blutes vermehrt. Gerade diese Thatsache erklärt mir die

Differenzen kryoskopischen Blutbefunde bei einheitlichen Krankheitsfällen und erweist die Wichtigkeit klinischer Wassergehaltsbestimmungen.

Nierenfunktion.

v. Korányi giebt an, dass die osmotische Arbeitsleistung der Nieren:

Formel LXXXVII. $\Omega = a_1 . \frac{\Delta - 0,69}{3}$ beträgt. Nach diesem Autor wäre also:

Formel LXXXVIII. $\Omega = \frac{\Delta x}{100 \varphi_1} \cdot \frac{1}{3} (\Delta - 0,69)$. Diese Formel ist zweifellos nicht für pathologische Fälle anwendbar, denn die Funktion der Niere würde gleich Null werden, sobald Δ, wie es in der That bei Nierenerkrankungen geschehen kann, gleich 0,69 wird. Man darf unmöglich sagen, dass in derartigen Fällen die Niere keinen absoluten Funktionswert mehr besitze; denn Insufficienz ist durchaus nicht stets mit der völligen Arbeitsunfähigkeit eines Organes zu identifizieren. Auch in Fällen völliger Anurie ist die Nierenfunktion nicht immer gleich Null zu setzen, da häufig genug die Arbeitsprodukte der Niere in dem Organ selbst (Hydronephrose u. a.) oder in der vesica urinaria aufgespeichert sind. — Osmologisch ist die Nierenfunktion als Teilfunktion des Serums aufzufassen (cf. Serumfunktion), demnach ist: Formel LXXXIX. $\Omega_{Niere} < \Omega_{Serum}$ zu setzen. Die osmotische Arbeitsleistung der Niere besteht nur darin, eine gegebene Konzentration p_1 des Blutes durch exosmotische Entziehung von Solubilien auf eine geringere (in der Norm nahezu konstante) Konzentration p_2 herabzudrücken. Man vermag diese Arbeitsleistung auch in der folgenden Weise zu definieren: Die Nierenfunktion ist gleich der Differenz der Kochsalzäquivalente von Blut und Harn. Man erkennt die Schwierigkeit, die Nierenfunktion überhaupt stöchiometrisch zu bestimmen, da durch die fast ständige Nierenarbeit ein Urteil über den momentanen Stand der Nierenfunktion fast zur Unmöglichkeit gemacht wird. Man umgeht indessen diese Schwierigkeit, indem man den Normalharn (12 Stunden) auf seine molekulare Konzentration hin untersucht, sodass man in der That aus dem kryoskopischen Befunde des Harns allein die Nierenarbeit innerhalb 12 Stunden zu beurteilen vermag. Schematisch dargestellt liegen diese Verhältnisse so: Der Harn sei entleert, das Blut enthalte a

gelöste Moleküle. Nun treten durch Nahrungsaufnahme b Moleküle hinzu, sodass das Blut a + b Moleküle enthält. Von b mögen β ($<$ b) Moleküle durch die Nieren ausgeschieden werden, während b—β Mol. auf andere Weise den Körper verlassen. Alsdann enthält das Blut a, der Harn β Moleküle gelöst. Nun mögen in pathologischen Zuständen (beim Normalharn tritt nur eine einmalige Nahrungsaufnahme ein) c Moleküle durch Zerfall des Körpereiweisses etc. dem Blute zukommen und von diesen γ ($<$ c) Moleküle durch die Nieren abgeschieden werden. Alsdann enthält der Harn $\beta + \gamma$ Moleküle. Man ersieht hieraus, *dass theoretisch der kryoskopischen Untersuchung des Blutes keine Bedeutung für die Bestimmung der Nierenfunktion zuzusprechen ist und dass eine kryoskopische Untersuchung des Harns für dieselbe genügen würde.* Allerdings steigt, wenn die übrige Körpersekretion herabgesetzt ist (Schweiss etc.), die molekulare Konzentration des Blutes, aber unter gleichen Strukturverhältnissen der osmotischen Nierenscheidewand steigen dann auch die Werte von β und γ, sodass man auch in diesem Falle die Funktionserhöhung der Niere aus dem kryoskopischen Harnbefunde berechnen kann. Nach der obigen Definition ergiebt sich, dass man vorläufig die *relativ* richtige Funktionsformel für die Praxis annehmen darf, nur muss man sich bewusst werden, dass das so erhaltene Ω nur ein *Vergleichswert ist und nicht in andere Formeln eingesetzt werden darf.* Eine absolut korrekte Fassung ergiebt aus der allgemeinen Formel der Serumfunktion für die *pathologische Funktionsänderung der Nieren* die folgende Berechnung: Normal gilt die Beziehung:

Formel XC. $d + e + f = b + c$ (cf. das Kapitel „Funktion“).

Da indessen stets Formel XCI. $b = e$ ist, so ist

Formel XCII. $d + f = c$, also

Formel XCIII. $\Omega = c - d$.

Nun ist: Formel XCIV. $f = \Omega = \frac{x \cdot p}{100}$, also

Formel XCV. $\frac{f_1}{f} = \frac{\Omega_1}{\Omega} = \frac{x_1 p_1}{x p} = \frac{c_1 - d_1}{c - d}$,

wenn die mit der Kennziffer 1 versehenen Werte die pathologischen, die übrigen Werte normale Befunde darstellen.

x = Harnvolumen,
p = Prozentgehalt des Harns an festen Stoffen.

Albuminurie.

Man trennt die renale Albuminurie, bei der das nachgewiesene Eiweiss dem Harn als Nierenprodukt angehört, vorteilhaft von der accidentellen Form, bei der eiweisshaltige Flüssigkeiten (Blut, Eiter, Chylus, Sperma) dem ursprünglich eiweissfreien Harn beigemengt sind. Beide vermögen sich zu komplizieren und weisen unter dem reicheren Symptomenbild einen grösseren Eiweissgehalt im Harn auf. Bei der renalen Albuminurie erfolgt der Uebertritt von Serumalbumin, Serumglobulin, Nukleoalbumin, Albumosen und Peptonen in den Glomerulis. Die physiologische Albuminurie überschreitet selten $^1/_{10}\%$; sie ist auf vorübergehende Zirkulationsstörungen oder chemische Einwirkung zurückzuführen; desgleichen die puerperale Albuminurie. Eine cyklische Albuminurie erscheint oft nach akuter Nephritis und bei chronischer Nephritis. Komplizierend wirkt bei ihr meist die Anämie. Albuminurie findet sich bei Infektionskrankheiten (febrile Form), Vergiftungen, malignen Tumoren, Blut- und Stoffwechselkrankheiten, bei Magen-Darm-Erkrankungen und nervösen Krankheiten. Als Ursache ist bei diesen Fällen die Degeneration oder die chemische Schädigung anzugeben. — Unerklärt ist bisher das Auftreten von Eiweiss im Harn der Gesunden bei kochsalzfreier Ernährung (Wundt, Rosenthal). Aus unseren Erörterungen im Kapitel »Diffusionsgeschwindigkeit« ergiebt sich indessen eine so natürliche Erklärung dieser Verhältnisse, dass dadurch die Annahme »vorübergehender Epithelschädigungen«, wie sie allgemein für derartige physiologische Kochsalzausscheidungen angenommen ist, unhaltbar erscheint. Durch die Anwesenheit reichlicher Mengen von Krystalloiden wird nämlich die Diffusionsgeschwindigkeit des Eiweisses im Blutserum erheblich verlangsamt, während die osmotischen Durchwanderungsprozesse des Eiweisses bei herabgesetztem Gehalte des Blutes an Krystalloiden nicht unbedeutend beschleunigt werden, sodass also das Eiweiss des Blutes, dessen Diffusionsgeschwindigkeit bei Anwesenheit von Krystalloiden für die Nieren annähernd gleich Null ist, bei Kochsalzmangel in den Harn zu diffundieren vermag. Eine so rasche Schädigung der epithelialen Gebilde ist bei physiologischen Bedingungsänderungen für eine logische Krankheitslehre nicht annehmbar.

Fall	Diagn.	Autor	Harndichte r	l	Δ r	Δ l	NaCl%r	NaCl%l	N%r	N%l
1	Album. cyclica	Casper & Richter	1,006	1,007	0,37	0,30	0,316	0,175	0,231	0,203

Hämaturie und Hämoglobinurie.

Blut kann sich dem Harn in der Niere oder in den Harnwegen beimengen. Bei Hämoglobinurie sind Erythrocyten in geringer Zahl oder gar nicht im Harn nachzuweisen. Bei der Hämoglobinämie ist der Blutfarbstoff exosmotisch in das Plasma übergetreten und wird durch Leber oder Nieren ausgeschieden. Die Hämoglobinämie ist eine Folge von

1. Blutgiften oder Medikamenten (chlorsaures Kali, Arsenwasserstoff, Pyrogallussäure, Phenol, Phenylhydrazin, Anilin, Morchelgift, Chinin) oder von Transfusionen.
2. Verbrennungen, durch die Erythrocyten zerstört und Blutgifte produziert werden.
3. Schwere Infektionskrankheiten (Scharlach, Diphtherie, Typhus, Erysipel, Hämoglobinuria neonatorum u. a.) als Wirkung der Bakterienprodukte.
4. Syphilis und Malaria etc.: paroxysmale Hämoglobinurie. Bemerkenswert ist, dass Kälte den Anfall auslösen kann, vielleicht durch Verlangsamung der Nierenzirkulation (cf. Osmotherapie der Herzkrankheiten) und lokale Hyperämie der Nieren.

Leichtere Anfälle dieser letzteren Form verlaufen fieberlos. v. Korányi untersuchte im Winter 1895 einen Fall, dessen Berechnung wir vervollständigen:

x	Δ	K	f	δ	$\varkappa$	g	Datum	Alter u. Geschlecht
2400	1,58	1,14	1,39	0,56	0,57	0,98	21. XI.	48 +
1600	1,62	1,08	1,50	—	—	—	3. XII.	—
1600	1,88	1,07	1,77	—	—	—	10. XII.	—

1. Während eines hämoglobinurischen Anfalles entsteht eine der Niereninsufficienz analoge Veränderung der Blutbeschaffenheit. 2. Das Blutserum gewinnt blutkörperlösende Eigenschaften. 3. Zuweilen können gewisse Medikationen (Rheum, Oxalsäure) den Anfall auslösen. Die Harnreaktion ist sauer. Dichte 1,005—1,015.

Spezielle Urologie.

Brightsche Krankheit.

Hydrops findet sich vornehmlich bei nichteitrigen Nephritiden und bei der Amyloidniere vor. Im Gegensatz zum Stauungshydrops der Herzkranken kommt der renale Hydrops häufig im Gesicht vor und erzeugt Gedunsenheit und Blässe statt des cyanotischen Aussehens ödematöser Herzkranker. Im Verlauf vieler Nephritiden erkrankt sekundär das Herz (Stauungshydrops allein oder zum renalen Hydrops hinzutretend). Der renale Hydrops weist in den meisten Fällen eine verringerte Harnmenge und reichlichen Eiweissgehalt im Harn auf. Als Pathogenese des Hydrops nimmt man Veränderungen der Gefässwandungen an. Auf Atmung resp. Kreislauf wirken Hydropericard, Hydrothorax, starker Ascites, Ödem der Glottis, Lungen und des Gehirns ein.

Komplikationen von Nierenkrankheiten.

Herz- und Gefässkrankheiten können Nierenerkrankungen nach sich ziehen (Stauungsniere, hämorrhagischer Infarkt, arteriosklerotische Schrumpfniere) vice versa. Nephritis kann Herzhypertrophie und später Insufficienz bedingen und zieht arterielle Blutdrucksteigerung nach sich. Nach einer Nierenexstirpation bleiben indessen Blutdruck und Herzgrösse normal. Als komplizierende Symptome bei Nierenkrankheiten haben die leicht entstehenden Blutungen (Nase, Retina, Gehirn) und Entzündungen eine fatale Bedeutung (Retinitis albuminurica).

Urämie.

Unter Urämie versteht man eine Serumüberladung mit Exkretions-Solubilien infolge von Niereninsufficienz. Menge und Dichte des Harns sind meist gering. Die molekulare Konzentration des Blutes ist erhöht, die des Urins gegen die Norm erniedrigt. Magendarmsymptome und Dyspnoe sind typische Zeichen der Urämie, hierzu kommen Erbrechen und Diarrhoeen (Harnstoff und Ammoniumkarbonat), Darmgeschwüre und Stomatitis, Ausscheidung flüchtiger Ammoniakverbindungen im Atem, Harnstoffbeschlag der Haut und Exantheme (die letzteren sehr selten). Bei Hirnerkrankungen lässt sich zuweilen Eiweiss im Harn nachweisen. Nach Hofmann (Archiv f. klin. Med. 61) ist die Urämie als charakteristische Äusserung der Niereninsufficienz aufzufassen. Die Chlornatriumausscheidung bildet

angeblich keinen konstanten Befund von pathognomischer Bedeutung. v. Korányi berichtet über einen Fall von Urämie, bei dem $\delta = 0{,}71^{\circ}$, $\varkappa = 0{,}61\ ^{0}/_{0}$, $g = 1{,}16$ festgestellt wurde.

Bei der artefiziellen Erzeugung einer Blut-Hyperosmose durch Einführung hochkonzentrierter Chlornatriumlösungen per os trat bei klinischen Patienten in den weitaus meisten Fällen Erbrechen ein. Man könnte hierbei an urämische Symptome denken. Indessen hat Strauss durch anatomische Untersuchungen der Magenschleimhaut den Nachweis erbracht, dass sich scharf umgrenzte lokale hyperämische Rötungen der Magenschleimhaut nach derartigen Versuchen zeigten, die das Erbrechen einwandsfrei zu erklären scheinen.

Nach Strauss geht in den meisten Fällen mit der Urämie eine beträchtliche Erhöhung der molekularen Konzentration einher. v. Korányi schreibt jeder Nephritis in gleicher Weise wie der künstlich erzeugten Niereninsufficienz eine Hyperosmose des Blutes in der vorwiegenden Mehrzahl der Fälle zu. **Nach diesem Autor charakterisiert eine hochgradige Hyperosmose des Blutes einen schweren Krankheitsverlauf, vice versa.** In extremen Fällen kann indessen durch schwere Ernährungsstörungen auch eine Hyposmose des Blutes eintreten. Lindemann stellt folgende Sätze auf:

1. Nierenentzündungen ohne Urämie haben normales δ (Bestritten von v. Korányi).
2. Nierenentzündungen mit Urämie haben verringertes δ bis $-0{,}70^{\circ}$.
3. Diese urämische Hyperosmose des Blutes erklärt die urämischen Symptome zum grossen Teile. (Man kann indessen arteficiell die osmotische Blutspannung ausserordentlich steigern, ohne urämische Symptome am Tier oder Menschen zu erzielen (Strauss, Senator, v. Korányi, Kövesi, Roth-Schulz). Damit ist dieser Satz Lindemanns widerlegt.)

Den Einfluss der Urämie auf die molekulare Konzentration des Blutes δ charakterisiert eine von Strauss gegebene Tabelle: (Die chron. Nierenentzündungen, Berlin 1902)

I. Ohne Uraemie:

Fall	δ	Autor	Diagnose
1	—0,69°	v. Koranyi	Chron. Nephritis
2	—0,63°	„	„
3	—0,60°	„	„
4	—0,60°	„	„

I. Ohne Uraemie:

Fall	δ	Autor	Diagnose
5	—0,58°	v. Korányi	Chron. Nephritis
6	—0,54°	"	"
7	—0,62°	"	"
8	—0,64°	"	"
9	—0,56°	Kossler	"
10	—0,585°	"	"
11	—0,65°	Lindemann	"
12	—0,55°	"	"
13	—0,665°	Senator	"
14	—0,543°	"	"
15	—0,49°	v. Korányi	Acute (resp. subacute) Nephritis chronica
16	—0,63°	Lindemann	"
17	—0,54°	"	"
18	—0,59°	Rumpel	Leukämie
19	—0,65°	"	Anurie nach Laparotomie
20	—0,71°	"	Lungentuberk. Amyloid
21	—0,63°	"	"
22	—0,59°	"	Maligner Tumor im Abdomen
23	—0,58°	Strauss	Chron. interstit. Nephritis
24	—0,55°	"	"
25	—0,60°	"	" (+ Herzinsuffic.)
26	—0,57°	"	"
27	—0,57°	"	"
28	—0,60°	"	" (+ Diabetes)
29	—0,51°	"	"
30	—0,58°	"	"
31	—0,54°	"	"
32	—0,58°	"	" (+ Bleiintox.)
33	—0,56°	"	"
34	—0,57°	"	" (+ Tuberk. gravis)
35	—0,56°	"	"
36	—0,55°	"	" + interstit.
37	—0,55°	"	" + interstit.

II. Mit Uraemie (andere Fälle):

Fall	δ	Autor	Diagnose
1	—0,68°	Strauss	Chron. Nephritis
2	—0,58°	Lindemann	" " (leicht)
3	—0,58°	Senator	" " (leicht)
4	—0,60°	Lindemann	Akute Nephritis (leicht)
5	—0,71°	v. Korányi	Chron. Nephritis
6	—0,60°	Lindemann	"
7	—0,70°	"	"

II. Mit Uraemie (andere Fälle:)

Fall	δ	Autor	Diagnose
8	—0,904°	Senator	Chron. Nephritis
9	—0,587°	"	"
10	—0,78°	Strubell	"
10	—0,975°	"	"
11	—0,61°	Rumpel	"
12	—0,62°	"	"
13	—0,61°	"	"
14	—0,61°	"	"
15	—0,63°	"	"
16	—0,59°	"	"
17	—0,63°	"	"
18	—0,60°	"	"
19	—0,63°	"	"
20	—0,64°	"	"
21	—0,68°	Senator	Akute Nephritis
22	—0,65°	"	"
23	—0,654°	Strubell	"
23	—0,63°	"	"
24	—0,63°	"	"
24	—0,59°	"	"
25	—0,69°	"	Doppelseitige Cystenniere
26	—0,57°	Strauss	Chron. interstit. Nephritis
27	—0,61°	"	" (+ Hydronephrose)
28	—0,59°	"	"
29	—0,56°	"	" (leicht)
30	—0,65°	"	" (+ Nephrolith.)
31	—0,57°	"	" (+ Carcin. pelvis. Ureterenverschluss)
32	—0,69°	"	"
33	—0,66°	"	"
34	—0,68°	"	"
35	—0,67°	"	" (gravis. Coma)
36	—0,61°	"	"
37	—0,64°	"	" (+ nach 1 Tag)
38	—0,60°	"	" et. parench.
39	—0,63°	"	" " "
40	—0,61°	Kümmell	Chron. Nephritis
41	—0,62°	"	"
42	—0,61°	"	"
43	—0,61°	"	"
44	—0,63°	"	"
45	—0,59°	"	"
46	—0,63°	"	"
47	—0,60°	"	"
48	—0,63°	"	"
49	—0,64°	"	"

II. Mit Uraemie (andere Fälle):

Fall	δ	Autor	Diagnose
50	—0,64°	Kümmell	Chron. Nephritis
51	—0,61°	"	"
52	—0,71°	"	"
53	—0,60°	"	"
54	—0,69°	"	Tumor. doppelseit. Calcul.
55	—0,65°	"	"

Wir vermögen aus den Mittelwerten dieser beiden Tabellen heraus demnach die Thatsache festzustellen, dass einer Nephritis ohne Urämie die Durchschnittszahl von $\delta = 0{,}58$—$0{,}59^{0}$, einer Nephritis mit Urämie $\delta = 0{,}61$—$0{,}67^{0}$ im allgemeinen entspricht. (Zur Debatte über Urämie.)

Für die Therapie der Urämie wird der »entgiftende« Aderlass vielseitig empfohlen (Krönig, Ewald, Albu, Laache), dem eine Chlornatrium-Infusion (400 ccm 0,6 % NaCl-Lösung nach einer Blutentziehung von 250 ccm) vorteilhaft sich anschliesst (Leube). Richter hat indessen im Tierversuche den Beweis erbracht, dass beide therapeutische Massnahmen nicht hyposmotisch wirksam sind, sodass ihr Effekt in anderen Momenten zu suchen ist.

Ren mobilis.

Zuweilen wird Wanderniere durch Hydronephrose kompliziert. Kausal ist als begünstigendes Moment allgemeine Unterernährung anzuführen. Häufig sind Verdauungsbeschwerden. In den meisten Fällen wird die Menge des Harns gering und seine molekulare Konzentration steigt. Dazu gesellt sich oft die akute Hydronephrose. Kümmell beschreibt einige bemerkenswerte Fälle:

Fall	x	Δ	S	δ	Harnstoff ‰	$\frac{\Delta}{S}$	Alter und Geschlecht
1	500	2,09	1,032	0,56	28,0	2,03	12
1	600	1,83	1,029	—	26,5	1,78	—
1	600	1,74	1,028	—	26,2	1,70	—
2	1150	1,75	1,015	0,56	27,2	1,72	12
2	1800	1,43	1,016	—	26,2	1,41	—
2	1300	1,22	1,021	—	21,5	1,20	—
3	2600	0,96	1,012	0,55	9,47	0,95	34
3	2800	1,06	1,016	—	9,7	1,04	—
3	1000	1,32	1,023	—	10,1	1,29	—
4	—	r 0,36	—	0,56	r 3,62	—	—
		l 0,42			l 3,95		

Stauungsniere.

Stauungsniere entsteht durch allgemeine Venenstauung, seltener durch Nierenvenenstauung oder Stauung in der Hohlvene. Die Verlangsamung der Zirkulationsgeschwindigkeit führt zur Verringerung der Sekretion, besonders des Harnwassers. Der Harn enthält Eiweiss. Ätiologisch wichtig sind Herz- und Lungenkrankheiten, Thrombosen und Tumoren. Die Harnmenge nimmt ab, die Dichte zu. Häufig tritt als Folgezustand oder Begleiterscheinung Schrumpfniere auf.

Hämorrhagischer Infarkt.

Embolie oder Thrombose der Nierenarterie bedingt anämische Nekrose des zugehörigen Nierengewebes. Der osmotherapeutische Heilplan hat bei seiner Kombination in hervorragender Weise die im Kapitel »Cellularpathologie« gegebenen Heilungsbedingungen eines embolischen Prozesses zu berücksichtigen.

Nichteitrige akute Nephritis.

Meist tritt akute Degeneration der Nierenepithelien ein. Am häufigsten degenerieren die Epithelien der tubuli contorti. Anatomisch-pathologisch sind entzündliches Oedem, lokale Anämie, Hyperämie oder Blutung und Verfettung bemerkenswert. Die meisten Degenerationen und entzündlichen Prozesse entstehen durch Ausscheidung toxischer Substanzen. Eiweiss im Harn ist durchaus keine notwendige diagnostische Bedingung, wenn es auch selten vermisst wird (nicht selten über 10‰, Esbach). Typisch ist Pulsbeschleunigung (auch bei den fieberlosen Formen), und Blutdruckerhöhung. Häufig hypertrophiert das Herz. Bei längerer Krankheitsdauer pflegt der Wassergehalt des Blutes zuzunehmen, molekulare Konzentration, Dichte und Hämoglobingehalt sich zu vermindern. Zuweilen komplizieren Pericarditis und Pleuritis, selten Peritonitis.

Nach Biernacki beträgt der Trockenrückstand 5,19%, NaCl-gehalt 0,501%. Die molekulare Konzentration des Harnes ist gegen die Norm verringert, die des Blutes erhöht (v. Korányi, Senator, Moritz, Lindemann, Albarran, Pöhl, Claude und Balthasar). Statt der normalen Höhe (v. Korányi: 1,3 — 2,3, Lindemann 0,9 — 2,7) weist der Gefrierpunkt Werte von unter 1° auf.

Fall	Δ	K	f	δ	$\varkappa$	g
1	0,69	0,26	2,65	0,63	0,69	0,91
2	0,55	0,25	2,20	0,49	0,65	0,75

Die Harnmenge kann bis auf 50 ccm pro die herabsinken; Anurie ist ein signum mali ominis. Eine steigende Harnmenge spricht für eine Besserung des Krankheitsprozesses. Während des Heilungsvorganges sinkt die Harndichte. Nach Saft (Arch. f. Gynäk. 51 Hft. 2) tritt bei Primiparis in 5,9 %, bei Multiparis in 4,4 %, während der Geburt bei Primiparis in 32,08 %, bei Mehrgebärenden in 22,6 % der Fälle Albuminurie auf.

Nichteitrige akute hämorrhagische Nephritis.

Es entstehen reichliche Blutungen. In und zwischen den Harnkanälchen und innerhalb der Glomeruli häufen sich Erythrocyten an. Nach v. Limbeck ist der Kochsalzgehalt des Blutserums vermindert. Casper und Richter analysierten einen besonders interessanten Fall:

ccm Harnmenge r	l	Δr	Δl	N % r	N % l	Alter, Geschlecht
42	82	0,29	0,39	0,378	0,35	17 —

Subakute, nichteitrige Schwangerschaftsnephritis.

Oedem der Füsse ist typisch. Die Menge des Harns nimmt ab, sein Eiweissgehalt ist reichlich. Blut im Harn findet sich selten vor. In chronische Nephritis geht die reine Form der Erkrankung nicht häufig über. 25 % der Fälle ziehen Eklampsie nach sich. (Stern.)

Chronische nichteitrige parenchymatöse Nephritis.

»Blutung oder Hyperämie, Anämie und Verfettung zeigen bei der Sektion ihre charakteristischen, lokalisierten Befunde«. Die sekundäre Schrumpfniere ist eine konstante Folge langer Krankheitsdauer. Oft compliziert Amyloidentartung. Ätiologisch wichtig sind Tuberkulose, Syphilis, Malaria, Alkoholismus, Wohnungsverhältnisse. Blässe des Gesichts und Oedeme der unteren Körperhälfte sind sehr häufige Symptome. Die Menge des Harns ist meist subnormal, die Dichte mässig erhöht, der Eiweissgehalt typisch. Bei der sekundären Schrumpfniere ist die Harnmenge hypernormal, die Dichte subnormal. Hämoglobingehalt und Dichte des Blutes sind vermindert. Komplizierend wirken meist Bronchitis, Pneumonie, Pericarditis, Pleuritis, Kreislaufstörungen, Magendarm-Erscheinungen. Fieber fehlt bei der reinen Form. Biernacki beschreibt einen Fall: Trockenrückstand 8,21 %, Na Cl-gehalt 0,514 %. Nach v. Limbeck ist der Kochsalzgehalt im Serum des Blutes

gesteigert. δ weist zuweilen normale Befunde auf (v. Korányi (und M. Senator), vermutlich nur bei Kachexieen (Zikel).

Fall	Autor	ccm Harnmenge r	l	Δr	Δl	N r	N l	x	Δ	K	f	δ	$\varkappa$	g	s	$\frac{\delta}{s}$	S	$\frac{\Delta}{S}$
1	Casper & Richter	15	25	0,99	1,16	0,756	0,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	v. Korányi	—	—	—	—	—	—	2250	0,94	1,71	1,18	0,69	0,63	1,05	—	—	—	—
3	"	—	—	—	—	—	—	1800	0,92	1,86	1,17	0,63	0,56	1,13	—	—	—	—
4	"	—	—	—	—	—	—	2800	0,39	0,31	1,26	0,60	0,65	0,92	—	—	—	—
5	"	—	—	—	—	—	—	3800	0,70	0,66	1,06	0,60	0,60	0,87	—	—	—	—
6	"	—	—	—	—	—	—	2950	0,68	0,46	1,48	0,58	0,69	0,97	—	—	—	—
7	"	—	—	—	—	—	—	2870	0,57	0,41	1,39	0,54	0,53	1,02	—	—	—	—
8	Kövesi & Surányi	—	—	—	—	—	—	870	0,75	0,17	4,41?	0,60	0,7	0,86	1,021	0,59	1,013	0,74
9	"	—	—	—	—	—	—	1140	0,74	0,50	1,48	0,62	0,61	1,02	10,24	0,60	1,012	0,73

Nach diesen letzteren Autoren ist der Normalwert für $\frac{\delta}{\varkappa} = g = 0,92—0,96$, für $\frac{\delta}{s} = 0,54—0,55$. Aus der gleichzeitigen Bestimmung von δ und s kann man demnach auch in den Fällen Niereninsufficienz diagnostizieren, bei denen eine gleichzeitig erfolgende Wasserretention im Blute die Retention fester Moleküle verdeckt.

Die molekulare Concentration des Harns ist stark verringert (Lindemann u. Stern), im Gegensatz zur interstitiellen Form: Der abnorm geringe Gefrierpunkt ist nach Dreser und A. v. Korányi aus der gestörten Wasserresorption infolge der geringeren Wirksamkeit der Nierenepithelien herzuleiten. Die verschiedenen Formen einer Nephritis sind nicht aus Δ zu erkennen. Δ ist bei Nephritis stets abnorm gering. (Lindemann, Archiv f. klin. Med. 1899 Bd. 65; M. Senator, Deutsche med. Wochenschr. 1900 No. III; Albarran, Annales des maladies génito-urinaires; Moritz, Petersb. med.

Wochenschr. 1900 No. XXII; Claude et Balthazar, Presse médicale 1900 No. XIV; Pöhl, Zeitschr. f. phys. u. diätet. Therap. und die in der Tabelle citierten Autoren.) Die Fähigkeit der Nieren, diluierten Harn zu liefern, ist herabgesetzt. (Kövesi und Roth-Schulz.)

Chronische nichteitrige interstitielle Nephritis.

Das Parenchym der Niere geht zu Grunde, während das interstitielle Bindegewebe wuchert. Abgesehen von der funktionellen Anpassung des gesunden Parenchyms tritt also eine stetige Funktionsveränderung ein, ein Umstand, der eine häufige osmologische Untersuchung als Vorbedingung zur Therapie fordert. Genuine und arteriosklerotische Schrumpfniere sind in Bezug auf die Befunde zu differenzieren. Die Gichtniere weist bei der Autopsie Harnsäure-Infarkte in den Pyramiden auf. Bei der Schrumpfniere ist die Harnmenge vermehrt, die Dichte verringert, der Eiweissgehalt gering. Nicht selten traten profuse Nierenblutungen ein. Bei sekundärer Herzmuskelinsufficienz nimmt Eiweissgehalt und Dichte zu, die Harnmenge verringert sich. Bei arteriosklerotischer Schrumpfniere ist die Harnmenge infolge der sekundären Herzhypertrophie oft schon längere Zeit erhöht, ehe Eiweiss nachweisbar ist. Der Eiweissgehalt wird bei Stauungserscheinungen erhöht. Die arterielle Drucksteigerung der Schrumpfniere bedingt die Polyurie. Eine häufige Begleiterscheinung der Schrumpfniere ist die chronische Urämie mit Diarrhoeen und Erbrechen. Der Serumgehalt an Chlornatrium ist gesteigert. (v. Limbeck.)

Fall	Autor	Δ r	Δ l	K.r	K.l	N.%r	l	δ	$\varkappa$
1	Casper & Richter	0,94	0,44	1,04	0,456	0,64	0,210	—	—
2	v. KoránYi	—	—	—	—	—	—	0,62	0,62
3	Kövesi-Surányi	—	—	—	—	—	—	0,60	0,64

g	x	Δ	K	f	f. r.	f. l	s	$\frac{\delta}{s}$	S	$\frac{\Delta}{S}$
—	—	—	—	—	0,904	0,965	—	—	—	—
1,00	3160	0,65	0,94	0,69	—	—	—	—	—	—
0,94	2200	1,03	0,55	1,94	—	—	1,028	0,6	1,010	1,02

Nach den Angaben von Lindemann weicht bei der chronischen interstitiellen Nephritis Δ wenig von der Norm ab. Oligurie

tritt wohl häufig ein, doch gehen die Meinungen der Autoren über diesen Punkt diametral auseinander. Die Fähigkeit der Nieren, diluierten Harn zu liefern ist wenig gestört. (Kövesi und Roth-Schulz.)

Strauss berichtet über die folgenden Befunde von kryoskopischen Harnuntersuchungen:

Fall	x	Δ	Zeit der Entleerung	Diagnose
1	650 ccm	— 1,15°	6h morgens	Normale Nieren
1	85 "	— 1,67°	7h "	"
1	110 "	— 1,65°	8h "	"
1	160 "	— 1,62°	9h "	"
1	140 "	— 1,55°	10h "	"
1	100 "	— 1,54°	11h "	"
2	700 "	— 1,16°	6h "	Chron. interstit. Nephrit.
2	80 "	— 1,07°	7h "	"
2	140 "	— 1,08°	8h "	"
2	140 "	— 1,06°	9h "	"
2	170 "	— 1,09°	10h "	"
2	100 "	— 1,20°	11h "	"
3	135 "	— 0,89°	6h "	Übergangsform
3	120 "	— 0,92°	7h "	"
3	80 "	— 0,97°	8h "	"
3	95 "	— 0,98°	9h "	"
3	60 "	— 1,05°	10h "	"
3	60 "	— 0,98°	11h "	"
4	800 "	— 1,12°	6h "	"
4	105 "	— 1,04°	7h "	"
4	160 "	— 1,02°	8h "	"
4	130 "	— 1,02°	9h "	"
4	100 "	— 1,02°	10h "	"
4	60 "	— 1,04°	11h "	"
5	145 "	— 1,45°	6h "	Chron. parench. Nephr.
5	28 "	— 1,56°	7h "	"
5	12 "	— 1,43°	8h "	"
5	9 "	— 1,43°	9h "	"
5	14 "	— 1,56°	10h "	"
5	12 "	— 1,36°	11h "	"
6	680 "	— 0,42°	6h "	"
6	230 "	— 0,46°	7h "	"
6	70 "	— 0,54°	8h "	"
6	70 "	— 0,56°	9h "	"
6	60 "	— 0,57°	10h "	"
6	55 "	— 0,58°	11h "	"

Derselbe Autor analysierte den Schweiss bei 5 Fällen von chronischer Nephritis:

Fall	Δs	Ks	fs
1	— 0,41°	—	—
2	— 0,54°	0,43%	1,26
3	— 0,23°	0,16%	1,44
4	— 0,56°	0,51%	1,10
5	— 0,53°	0,42%	1,26

Von Interesse sind seine Untersuchungen über Transsudate bei chronischen Nephritiden. (Die chron. Nierenentzünd. etc. Berlin 1902.)

Δ_1 = Gefrierpunkt des Transsudates,
K_1 = prozentualer Chlornatriumgehalt desselben,
f_1 = $\Delta_1 : K_1$,
r = rechte Niere,
l = linke Niere,
+ = männlich,
— weiblich.

Fall	Material	Δ_1	K_1	f_1	Diagnose
1	Hautödem	— 0,57°	0,748%	0,76	Chron. interstit. Nephrit.
2	„	— 0,59°	—	—	„
3	„	— 0,59°	0,702%	0,84	„
4	„	— 0,55°	—	—	„
5	„	— 0,55°	—	—	Chron. parench. Nephrit.
6	„	— 0,59°	—	—	„
7	„	— 0,56°	—	—	„
8	„ (chron. Uräm.)	— 0,59°	0,730%	0,81	„ (+ Uräm. chron.)
9	„	— 0,55°	—	—	Übergangsformen
9	„	— 0,55°	—	—	„
10	Ascites	— 0,56°	—	—	„
10	„	— 0,56°	0,62%	0,90	„
10	„	— 0,53°	0,68%	0,78	„
10	„	— 0,54°	0,67%	0,81	„
11	Pleuraflüss.	— 0,55°	0,76%	0,72	„
12	Ascites	— 0,71°	—	—	Acut. parench. Nephrit. (+ ikt. Cholaemie + Albuminur.)
13	„	— 0,60°	—	—	Sekundäre parench. Nephrit. (+ schwere Herzmuskelinsuff. + Dyspnoe + Cyanose)

Nach den neueren Feststellungen ist die Erhöhung der molekularen Konzentration des Blutes bei Urämie eine Begleiterscheinung, kein ätiologisches Moment der Urämie.

Amyloidniere.

Ätiologisch bemerkenswert sind ausgedehnte Eiterungen, Tuberkulose, Syphilis. Die Harnbefunde sind inkonstant.

Fall	Autor	Ätiolog.	ccm Harnmenge r	l	Sl	Δ r	Δ l
1	Casper & Richter	Pyonephr. tb. r	nil	21	1,022	—	1,0
2	"	"	6	16	—	—	1,11
3	"	Pyonephr. r	38	24	—	0,57	0,57

NaCl % r	NaCl % l	N % r	N % l	Album % r	l	Alter, Geschlecht	Amyloid-lokalis.	f. l
—	0,128?	—	0,98	—	1,75	—	l	7,8 ? }
—	0,585	0,17	0,707	0,95	1,50	—	l	1,897 }
—	—	0,175	0,28	—	—	—	l	—

Maligne Nierentumoren.

Typisch ist die Hämaturie bei malignen Tumoren. Kachexie entwickelt sich meist erst nach langer Krankheitsdauer. Durch den Druck der Tumoren auf die Venen können Ödeme, Ascites, Variocele bedingt werden. Metastasen der Inguinaldrüsen sind häufig. Richter konstatierte in einem Falle von rechtsseitigem Nierentumor r : N = 0,15, $\Delta = 0{,}21^{0}$; l : N = 0,608, $\Delta = 1{,}22^{0}$.

Urethritis.

Ausser der Kryoskopie einiger Fälle sind wenig osmologisch interessierende Thatsachen bekannt geworden. Der Beachtung würdig erscheint das Verhalten von f in den drei ersten der mitgeteilten Fälle.

Fall	Autor	Harndichte r	l	Δ r	Δ l	NaCl % r	NaCl % l	Verlauf
1	Casper & Richter	1,024	1,021	1,59	1,58	1,19	1,35	—
2	"	—	—	1,42	1,42	1,19	1,25	—
3	"	—	—	1,58	1,58	1,10	0,97	—
4	"	—	—	—	—	—	—	chronisch
5	"	—	—	—	—	—	—	—
6	"	—	—	—	—	—	—	chronisch

N % r	l	Albumen r	l	ccm Harnmenge r	l	Alter, Geschlecht	f. r.	f. l.
0,595	0,581	nil	nil	—	—	—	1,337	1,170
0,651	0,616	—	—	33	36	—	1,193	1,136
1,141	1,127	—	—	20	20	—	1,440	1,526
0,616	0,616	—	—	23	21	—	—	—
0,490	0,448	—	—	35	21	20 +	—	—
0,668	0,762	—	—	21	14	31 +	—	—

Cystenniere.

Die Cysten enthalten Schleim, Eiweiss, Fette, Urate, Salzkrystalle. Ueber die Kryoskopie des Cysteninhaltes, die wichtige Aufschlüsse über das einzuleitende osmotherapeutische Verfahren geben würde, stehen Untersuchungen vorläufig noch aus.

Nierensyphilis.

Gummata sind selten nachweisbar. Die syphilitische Allgemeininfektion geht oft mit den Symptomen der reinen akuten Nephritis einher. Casper und Richter untersuchten einen scheinbar unkomplizierten Fall:

ccm Harnmenge r	l	Δ r	Δ l	N $\%$ r	N $\%$ l	Alter, Geschlecht
30	25	0.91	1,0	0,504	0,532	37 —

Pyonephrosis und Nierenabscess.

Die Eiterherde sind von hyperämischen Bezirken umgrenzt. Nierenabscesse können abgekapselt und durch Resorption eingedickt werden. Der Harn ist bei Nierenabscess meist sauer, seltener neutral bis alkalisch, je nach der Menge seines Eitergehaltes. Der Harn enthält mehr Eiweiss, als dem Eitergehalt entspricht:

Fall	Autor	Diagn.	Δ r	Δ l	N $\%$ r	N $\%$ l	Geschlecht Alter	Harnwege r
1	Casper & Richtor	Abscess r Pyelonephrit r. lev.	0,76	0,74°	0,49	0,45	49 —	—
2	„	Pyonephr. r.	0,48	0,78	0,322	0,390	—	40
3	„	Pyonephros. l.	—	—	0.287	0,170	35 —	26
4	„	Pyonephros. r.	0,48	1,18	0,322	0,782	24 —	33

l	Harndichte r	l	NaCl %r	l	Album. r	l	δ	f. r	f. l
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
42	1,012	1,011	0,86	0,74	0,4	Sparen	0,58	**0,588**	**1,054**
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Bei miliaren Nierenabscessen können Harnveränderungen völlig fehlen. Interessant ist das Verhalten von f im zweiten Falle.

Pyelitis und Pyelonephritis.

Osmologisch ist nur die serös-entzündliche von der eitrigen Form zu trennen. Ätiologisch handelt es sich meist um eine aufsteigende Infektion der unteren Harnwege. Bezeichnet man:

E_a = Eiweissgehalt des eiterfreien Harns bei Nierenkrankheiten = absoluter Eiweissgehalt des Harns (in gr-Einheiten)
E_p = Eiweissgehalt des eiterhaltigen Harns = relativer Eiweissgehalt des Harns (in gr-Einheiten),

so ist bei der:

nichteitrigen Nephritis: $E = E_a$ Formel XCV.
eitrigen „ : $E = E_r$ Formel XCVI.
Pyelitis und Pyelonephritis : $E = E_a$ Formel XCVII.

Übrigens wäre unter diesen Prämissen: $E_r - E_a$ = Eiweissgehalt des dem Harn beigemischten Eiters.

Bei chronischer Pyelitis ist die Harnmenge normal, bei ihrer Kombination mit Nierengewebs-Schrumpfung hingegen vermehrt. Die häufigsten Komplikationen sind Sepsis, Pyämie, Urämie. Diagnostisch sind Katheterismus (Casper & Richter) und Cystoskopie (Nitze) neben der Kryoskopie wertvoll.

Fall	Diagnose	Autor	Harnmenge r	l (ccm)	Δ r	Δ l
1	Pyelitis r (tb?)	Casper u. Richter	17	18	—	—
2	(Pyelitis)	„	32	32	—	—
3	Pyelitis r u. l	„	20	12	—	—
4	Pyelit. Cholelith.	„	25	35	0,59	0,69
5	Pyelonephritis	„	40	36	1,12	1,10
6	„ l	„	—	—	0,78	0,59
7	„ r	„	35	29	1,10	1,26
8	„ r	„	38	29	1,08	1,28
9	„ gonorrh. r u. l	„	18	22	1,42	1,44
10	Pyonephr. r. Pyelitis l.	„	—	—	0,05	0,90

NaCl % r	l	N % r	N % l	Album. l (‰)	δ	Alter Geschlecht
1,92	1,84	0,709	0,519	—	0,57	—
1,08	1,05	1,96	1,96	—	—	—
—	—	0,637	0,343	—	0,57	—
—	—	0,224	0,35	—	—	—
—	—	0,427	0,484	Spuren	—	24 +
—	—	0,403	0,315	—	—	38 +
—	—	0,455	0,566	nil	—	22 +
—	—	0,450	0,544	—	—	21 +
—	—	0,63	0,61	—	—	—
—	—	0,05	0,19	r.	—	—

Bei der reinen Form der Pyelitis ist die molekulare Konzentration des Harns nicht verändert. Tritt eine solche Veränderung des Harns ein, so spricht diese diagnostisch für einen erfolgten Übertritt des Krankheitsprozesses auf das Nierenparenchym. Die Harnacidität ist gesteigert, selten verringert.

In zweifelhaften Fällen giebt **sicheren diagnostischen Aufschluss die Beobachtung eines hohen Harn-Gefrierpunktes bei relativ grosser Harnmenge** (v. Korányi, Lindemann). Die Diluationsfähigkeit der erkrankten Niere ist stets herabgesetzt (Kövesi und Róth-Schulz).

Fall	Diagnose	Autor	x	Δ	S	$\frac{\Delta}{S}$	δ	Geschlecht	Harnstoff ‰
11	Pyonephros. calcul.	Kümmell	800	1,03	1,020	1,10	0,56	—	13,8
"	" (einseit.)	"	500	1,34	1,020	1,34	—	—	24,5
12	Pyonephrosis	"	600	1,73	1,018	1,80	0,65	—	25,2
"	" (einseit.)	"	600	1,35	1,017	1,33	—	—	19,8
"	"	"	600	1,93	1,017	1,31	—	—	19,1
13	Pyonephros. calcul.	"	1000	1,66	1,017	1,63	0,57	+	18,9
"	"	"	1100	1,53	1,017	1,50	—	—	18,2
14	Pyonephrosis	"	1200	1,12	1,012	1,11	—	—	14,2
"	" (einseit.)	"	1400	1,23	1,013	1,21	0,56	—	15,1
15	"	"	1400	1,25	1,012	1,24	0,57	—	18,3
"	"	"	1200	1,29	1,012	1,28	—	—	19,1
16	Pyelonephritis (einseit.)	"	2800	1,16	20,79	**0,05**	0,58	+	12,5

Eitrige Paranephritis.

Veränderungen des Harns finden nur bei einem Durchbruch des Herdes in das Nierenbecken statt. Bei unvollkommener Eiterentleerung tritt letale Pyämie auf.

Nierentuberkulose.

Eintreten können Kavernenbildung, chronisch-entzündliche Prozesse, seltener Amyloid. Nach v. Korányi ist die diagnostische Verwendung des Tuberkulius bei Nierentuberkulose von hoher Bedeutung.

Fall	Ort	Autor	ccm Harmenge r	l	Δ r	l	N ‰ r
1	r u. l	Casper & Richter	35	34	0,79	0,84	0,78
2	r	"	44	12	0,83	0,61	—
3	r u. l	"	—	—	0,83	0,81	0,528
4	r	"	15	31	0,89	1,03	0,30
5	r	"	39	38	1,10	1,25	0,502
6	l	"	16	10	1,50	0,91	0,63
7	r (δ=0,56	v. Korányi	1000		0,77		—
8	r (δ=0,57	"	1500		1,77		—

l	Alter Geschlecht	Harndichte	Albumen	Harnreaktion
0,91	27 +	—	—	—
—	—	—	—	—
0,504	21 +	—	—	—
0,376	37 —	1,012	0,3 ‰	stets sauer
0,502	37 —	1,019	0,5	stets sauer
0,385	19 +	—	—	—
—	26 —	—	—	—
—	18 —	—	—	—

Fall	Art	Autor	x	Δ	S	$\frac{\Delta}{S}$	δ	Harnstoff ‰	Geschlecht
9	einseit.	Kümmell	1100	1,70	1,015	1,68	0,56	35,0	+
9	"	"	700	1,81	1,025	1,80	—	36,5	—
9	"	"	700	1,35	1,020	1,32	—	22,0	—
10	"	"	2000	1,46	1,008	1,45	0,56	10,9	+
11	"	"	1000	1,60	1,020	1,57	0,56	17,2	—
12	"	"	1800	1,11	1,011	1,10	0,56	14,6	+
12	"	"	1300	1,02	1,012	1,01	—	15,1	—
12	"	"	1300	1,00	1,011	0,99	—	14,7	—
13	"	"	1800	1,37	1,018	1,35	0,56	20,1	—

Tuberkulose des Nierenbeckens und Ureters.

Die Wandungen sind durch tuberkulöse Infiltration verdickt. Bei Verstopfung der Harnwege kann Hydro- bezgl. Pyonephrose entstehen. Zuweilen ist Paranephritis die Folge der Erkrankung. Bei der reinen Form ist die Harnmenge normal.

Tuberkulose der Harnblase.

Die Infektion ist meist mit Tuberkulose der Nieren oder Genitalien kombiniert. Die bevorzugte Lokalisation ist das Lieutaud'sche Dreieck. Die Harnmenge ist normal.

Urogenitaltuberkulose.

Die Krankheit erscheint in den seltensten Fällen in reiner, unkomplizierter Form. Die Harnmenge bleibt normal. Hämaturie ist ein häufig eintretendes Begleitsymptom.

Hydronephrose.

Es besteht Anurie. Die hydronephrotische Absackung enthält nur noch wenig Harnbestandteile neben Schleim und dem Sekret der entzündeten Nierenbeckenschleimhaut. Schwere Fälle führen zur Tumorbildung. E_a ist gering.

Fall	Diagnose	Autor	ccm Harnmenge r	l
1	Hydronephros. calcul. r	Casper & Richter	16	20
2	Hydronephr. r + l	v. Korányi	2000	

Δ l	N% r	l	‰ Album. r	l	δ	Alter und Geschlecht
0,86	0,238	0,51	0,3	0,1	0,585	—
—	—	—	Harn eiterhaltig		0,68	22 —

Fall	Diagnose	Autor	x	Δ
3	Hydronephros.	Kümmell	600	1,80
3	„ (einseit.)	„	700	1,84
4	„ „	„	600	1,73
4	„ „	„	900	1,68
4	„ „	„	1000	1,42

S	$\frac{\Delta}{S}$	Harnstoff ‰	Geschlecht	δ
1,024	1,76	22,5	—	0,56
1,024	1,80	22,9	—	—
1,020	1,70	18,2	—	0,55
1,015	1,66	15,8	—	—
1,015	1,40	14,7	—	—

P y o n e p h r o s e (cf. o.).

Die Schleimhaut des erweiterten Nierenbeckens weist anatomisch das Bild der Pyelitis auf. Anurie ist konstant. Ätiologisch ist wahrscheinlich Infektion einer Hydronephrose (primär oder sekundär) anzunehmen. Der Harn gleicht demjenigen der eitrigen Pyelitis. Häufig komplizieren Ruptur (mit konsequenter eitriger Peritonitis) und Urämie.

N e p h r o l i t h i a s i s.

Die Konkremente bilden sich in den Nierenkelchen und im Nierenbecken. 66 % der Fälle zeigen Steine aus Harnsäure neben geringen Uratmengen. Ausserdem finden sich Konkremente aus Calciumoxalat, oder beiden Verbindungen kombiniert, oder endlich Ammonium-Magnesium-phosphat-Steine. Selten finden sich Cal-

ciumcarbonat-, Cystin-, Xanthin-, Indigo-Konkremente, Phosphatsteine bedingen alkalische Reaktion, Harnsäure eine saure Reaktion des Harns. Häufige Komplikationen sind: eitrige Cystitis, Pyelitis, Pyelonephritis, Pyonephrose und Paranephritis. **Während des Kolikanfalls ändert sich der Harn.** Anurie tritt selten ein. Zweifellos hängt die chemische Natur des Harns auch von nervösen Einflüssen allgemein ab. δ ist im Anfalle gesteigert, sonst normal.

Fall	Stein	Autor	ccm Harnmenge r	l	Δr	Δl
1	r	Casper & Richter	30	20	0,71	1,55
2	r	„	55	38	0,25	0,20
3	r	„	26	40	0,54	1,48
4	r	„	18	24	1,30	1,65

NaCl % r	l	N % r	l	δ	Alter Geschlecht	f. r.	f. l.
0,95	1,72	0,343	0,539	0,58	—	0,748	0,901
—	—	0,175	0,105	—	35 +	—	—
—	—	0,38	0,764	—	+	—	—
—	—	0,49	0,63	—	+	—	—

Fall	Stein	Autor	x	Δ	S	$\frac{\Delta}{S}$	Harnstoff ‰	δ	Geschlecht
5	r	Kümmell	600	1,23	1,027		20,9	0,56	—
5	r	„	1200	1,01	1,015		13,1	—	—
6	r + l	„	—	0,71	—	—	8,1	0,65	—
7	l	„	—	r 1,66	—	—	r 18,9	0,57	—
8	r		—	r 0,98	—	—	r 8,1	0,57	—
				l 1,61			l 20,8		

Nephralgia.

Häufig komplizieren Blutungen das Symptombild. **Die Schmerzanfälle ändern den Harngehalt.**

Fall	Diagnose	Autor	ccm Harnmenge r	l	Δr	Δl
1	Nephralg. r	Casper & Richter	24	35	0,85°	1,53°
2	„	„	30	29	0,74°	0,81°

NaCl % r	l	N % r	l	δ	Alter Geschlecht	f. r.	f. l.
1,39	2,50	0,42	1,38	0,55°	—	0,611	0,612
—	—	0,357	0,413	—	48 —	—	—

Eine komplizierende Hämaturie beweist an sich noch nicht, dass die den Sitz derselben bildende Niere zweifellos erkrankt ist (v. Korányi, Senator, Kühn, Holländer u. a.). Pyurie beweist dagegen streng pathologische Veränderungen.

Cystitis.

Bei Harnverhaltung entsteht die hypertrophische Balkenblase. Ätiologisch wichtig sind Infektion und chemische Harnwirkung. Die Infektion ist streng als (in den Harnwegen) aufsteigende oder absteigende zu trennen. Die akute Cystitis setzt oft mit Fieber ein. Menge und Dichte des Harns sind meist normal. Bei jauchiger Cystitis vermögen gewisse Bakterienarten aus dem Schwefel des Harns Schwefelwasserstoff zu bilden. (Hydrothionurie.) Auch andere Gase, CO_2, H etc. können entstehen. (Pneumaturie.) E_a ist gering, E_r different je nach dem Grade der Erkrankung.

Fall	Autor	Harnmenge r	l	Δ r	Δ l	Na Cl %r	l	N %r	l	Geschlecht Alter
1	Casper & Richter	18	20	0,21	0,30	0,222	0,257	0,126	0,168	—
2	„	38	21	0,46	0,43	0,48	0,46	0,392	0,336	—

Fall	Autor	x	Δ	S	$\frac{\Delta}{S}$	δ	Alter u. Geschlecht
3	Kümmell	1900	1,14	1,016	1,11	0,56	5
„	„	1000	1,21	1,015	1,19	—	—
„	„	2200	1,02	1,012	1,01	—	—
4	„	3800	0,91	1,008	0,90	17	17
„	„	2600	1,04	1,010	1,03	—	—
„	„	2400	1,10	1,010	1,09	—	—

Harndichte r	l	Album r	l	δ	f. l	r	n. l	r	v. l	v. r
—	—	—	—	—	1,17	0,95	—	—	—	—
1,022	1,011	Spuren	nil.	0,56°	0,94	0,96	— 0,13	— 0,10	0,768	0,821

Nach v. Korányi ist Δ nicht verändert. Eine bestimmte Veränderung der molekularen Konzentration des Harns lässt mit diagnostischer Sicherheit auf ein vorangehendes Übergreifen des Krankheitsprozesses auf das Nieren-

parenchym schliessen. Natürlich haben alle osmologischen Befunde erhöhten diagnostischen Wert, wenn sie den von mir angegebenen **Normalharn** voraussetzen lassen.

Die Harnalkalescenz ist erhöht. Die kryoskopische Methodik ist in den Fällen besonders wertvoll, wo es sich um die diagnostische Feststellung eines **Übergreifens des Krankheitsprozesses von den unteren Harnwegen her auf die Nieren handelt.** Dieser Prozess giebt sich mit Sicherheit sofort durch eine stetig herabsteigende Hyposmose des Harns, durch ein Sinken von Δ, zu erkennen. Die diagnostische Vorbedingung ist nur, dass es sich um mittlere Harnmengen handelt, dass also Polyurie und diluierende Einflüsse auf die Harnbeschaffenheit auszuschliessen sind. Am sichersten verfährt man mittelst der Methodik des Normalharnes. Die obige Tabelle deutet darauf hin, dass in beiden Fällen entweder keine unkomplizierte Cystitis bestand, oder aber vor der Untersuchung reichliche Mengen Wassers eingenommen waren u. a.

Schlussbetrachtung.

Deutsche Gelehrte, insbesondere Casper und Richter, haben mit Nachdruck die Wichtigkeit der Erkenntnis der Niereninsufficienz für die **Nierenchirurgie** betont. Nach v. Korányi entstammt das urämische Gift dem Eiweiss. Man kann demnach, wie Tierversuche gelehrt haben, **prophylaktisch gegen die Consequenzen der Niereninsufficienz,** die wahrscheinlich Urämie und Wassersucht darstellen, durch **diätetische Beschränkung des Eiweissstoffwechsels** (und vielleicht durch Injektionen geringster Dosen Curare) vorgehen.

Anhang.

Technik des Harnleiterkatheterismus.

Originalbeitrag

von Dr. **Leopold Casper,** Privatdozent an der Universität zu Berlin.

Als ich im Jahre 1895 mein Harnleitercystoskop angab und einer grösseren Ärztegemeinschaft das Verfahren am Lebenden demonstrierte, gab es noch keine Methode des Harnleiterkatheterismus. In dem Bestreben, das Produkt jeder von beiden Nieren getrennt aufzufangen, waren schon seit Jahrzehnten die mannigfachsten Anstrengungen nach dieser Richtung hin gemacht worden, keine derselben aber hat zu einem Ziele geführt. Damit soll natürlich in keiner Weise in Abrede gestellt werden, das es hier

und da einmal gelungen ist, die Ureteren zu sondieren. Das aber ist ja noch weit verschieden von einer Methode. Jetzt nun besitzen wir eine solche Methode seit sieben Jahren. Es ist unendlich viel über dieselbe bald für, bald gegen sie geschrieben worden. Überschwänglichen Lobpreisungen stehen vielfache Bemängelungen über den Wert und die Bedeutung derselben für die Nierendiagnostik gegenüber. Eines aber ist unstrittig, das ist, dass wir eine vollendete Technik besitzen, die Harnleiter zu sondieren. Diese soll in Folgendem kurz skizziert werden, während die andere Frage zu besprechen, hier nicht der Ort ist.

Um dass Harnleitercystoskop verstehen zu können, ist Voraussetzung, das man die Einrichtung des gewöhnlichen Cystoskopes kennt. Dasselbe ist bekanntlich ein katheterförmiges Instrument, das an seiner Spitze eine Edisonlampe enthält, durch welche die Blase hell erleuchtet wird. Kurz vor dem Schnabel liegt ein rechtwinkeliges Prisma, welches die Strahlen rechtwinkelig bricht, sodass Kugelsegmente der Blase, deren Axen auf der Kathete des Prismas senkrecht stehen, in das Auge des Beschauers hineingeworfen werden. Durch ein cystoskopisches Fernrohr werden die Bilder vergrössert und so deutlicher gemacht.

Alle diese zweckmässigen Einrichtungen finden wir im Uretercystoskop wieder, welches ausser diesen noch einen Kanal oder deren zwei besitzt, die auf der Prismenseite des Cystoskopes liegen und für die Aufnahme von Ureternkathetern bestimmt sind. Der Kanal für die Ureterkatheter besitzt einen verschiebbaren Deckel, wodurch es ermöglicht wird, dem austretenden Ureterenkatheter verschiedene Krümmungen zu geben, sodass man die Spitzen derselben in verschiedene Ebenen bringen kann. Weiterhin ermöglicht diese Vorrichtung, den Katheter in den Ureter hoch hinaufzuschieben und ihn im Ureter zu belassen. Dann wird der Kanal für die Aufnahme des für die andere Seite bestimmten Katheters frei. So kann man also zwei ziemlich dicke Katheter von No. 8 der Charrière-Skala gleichzeitig in die Ureteren einlegen. Ist das Nierensekret nicht sehr dick (eitrig), so kann man sich mit zwei dünnen Kathetern begnügen, für welche man keine Auswechselung mehr braucht. Ich habe die Rinne in zwei Kanäle teilen lassen, in deren jede ein Katheter (No. 5) hineingebracht werden kann. Dadurch kann man zwei dünne Katheter gleichzeitig in die beiden Ureteren hineinschieben, ohne irgend eine Auswechselung vornehmen zu müssen.

Im Wesen also müssen folgende Prinzipien für einen erfolgreichen Katheterismus der Ureteren in dem Instrument vereinigt sein, wie ich das schon im Jahre 1896 hervorgehoben habe:

1. Der oder die aus dem Uretercystoskop austretenden Katheter müssen eine regulierbare Krümmung haben.

2. Es muss die Möglichkeit bestehen, den einen Katheter isoliert im Ureter zu belassen, während man das Metallinstrument entfernt.

3. Es muss möglich sein, beide Ureteren gleichzeitig zu katheterisieren, sei es, dass man die Katheter im Instrument auswechselt (2 dicke Katheter), oder dass man gleichzeitig 2 Katheter (2 dünne Nr. 5) in die Ureteren einführt.

Mit einem so eingerichteten Instrument nun ist die Technik des Ureterkatheterismus nicht gerade schwierig. Man muss selbstverständlich gut cystoskopieren und die Mündungen der Ureteren schnell und sicher auffinden können. Schwierigkeiten entstehen zuweilen und können die Ausführung des Verfahrens unmöglich machen: so kann die Blase so schmutzig sein, dass die Ureterenmündungen nicht auffindbar sind. Die Schwellungen der Blasenschleimhaut können so stark sein, dass sie die Mündungen verdecken. Die Blasencapacität kann so gering sein, dass ein Cystoskopieren schwer oder zur Unmöglichkeit wird. Die Ureteren selbst können so verändert sein (Strikturen, Knickungen und Verzerrungen), dass sich der Katheter nicht einschieben lässt. Allein das sind doch Ausnahmen; in der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle gelingt das Verfahren leicht und sicher.

Hat man den Ureter derjenigen Seite, welche man katheterisieren will, gefunden, so schiebt man den Katheter, dem man vorher eine mittlere Krümmung durch Einstellung der Deckelrinne gegeben hat, langsam vor und beobachtet, ob seine Spitze die Uretermündung trifft. Häufig ist das im Anfang nicht gleich der Fall; man muss also Aenderungen treffen, um die Spitze des Katheters an die bestimmte Stelle zu bringen. Zu diesem Behufe besitzen wir zwei Mittel: 1. hebt man das Cystoskop und richtet es nach der, dem zu katheterisierenden Ureter entgegengesetzten Seite. Das Cystoskop stellt einen zweiarmigen Hebel dar, dessen fester Punkt in der Harnröhre liegt. Hebt man den aussen befindlichen Teil, so senkt sich der innere, mit anderen Worten: er nähert sich der Blasenwand; richtet man den äusseren nach

rechts, so geht der innere Hebelarm nach links. Folglich erzielt man durch diese Bewegung des Metallinstruments eine Annäherung an die Uretermündung. In dieser Stellung versucht man nun von neuem, den Katheter in die Uretermündung hineinzubringen.

Folgt der Katheter noch immer nicht nach dem gewünschten Punkt, dann greift man zum zweiten Hülfsmittel, das ist zur Veränderung der Krümmung des Katheters. Dies geschieht, indem man den Katheter wieder etwas zurückzieht und nun den Deckel weiter vor- oder zurückzieht, je nach der intendierten Bewegung. Dann kommt der Katheter krummer oder steiler heraus, man verfolgt nun mit dem Auge seinen Lauf und kann so lange an den Krümmungen ändern, bis schliesslich erreicht ist, dass die Katheterspitze in diejenige Ebene gelangt, in welche er gelangen muss, um die Ureteröffnung zu entrieren.

Ist dieses geschehen, dann zieht man den Deckel der Rinne etwas zurück, um die Krümmung des Katheters entsprechend dem Verlauf des Ureters in der Blasenwand zu vermindern und schiebt nun den Katheter einige Centimeter vor. Man entfernt den Mandrin, der übrigens beim Einführen nicht bis an die Spitze des Katheters reichen darf, weil dadurch der vordere Teil des Katheters zu steif wird und nicht die beabsichtigte Krümmung annehmen würde. Der Mandrin bleibt vielmehr 10—15 cm von der Spitze des Katheters entfernt.

Hat man das Instrument mit zwei Rinnen gewählt, so braucht man nun nur das Cystoskop nach der anderen Seite zu richten und verfährt jetzt mit diesem Ureter genau wie vorher beschrieben.

Will man aber zwei dicke Katheter benutzen, dann nimmt man die einrinnige Kathetervorrichtung, entriert wie beschrieben, den Ureter, verringert die Krümmung des Katheters und schiebt ihn nun hoch hinauf in den Ureter, mindestens 10—15 cm, dann zieht man den Cystoskopkanal über den Katheter hinweg, so dass dieser im Ureter liegen bleibt, armiert diesen mit dem zweiten Katheter, bringt ihn wieder in das Cystoskop hinein und katheterisiert nun den anderen Harnleiter.

In solchem Falle ist es geraten, den kranken Ureter zuerst zu katheterisieren, weil man es vermeiden soll, in den gesunden höher als notwendig hinaufzugehen. Das Höherhinaufschieben des Katheters ist in diesem Falle deshalb nothwendig, weil mit der Entfernung der Metallrinne der Katheter etwas nach aussen

gezogen wird; er würde also, wenn er nur einige Centimeter im Ureter sich befand, in die Blase gleiten. Den zweiten, im als gesund vorausgesetzten Ureter liegenden Katheter braucht man nur einige Centimeter hoch zu schieben.

Es gelte als Regel, den Katheter nicht höher hinaufzubringen, als zum Auffangen des Harns nötig ist. Sobald der Harn aus dem Katheter in Kontraktion abgeht, ist alles, was notwendig ist, erreicht. Die Zahl der am Katheterende austretenden Tropfen wechselt je nach der Ergiebigkeit, der Kontraktion und der Dicke des Katheters; manchmal kommen nur wenig, zuweilen bis 20 Tropfen und noch mehr.

Liegt der eine Katheter in der Blase, der andere im Ureter, so ist es nötig, den Katheter etwas höher hinaufzuschieben, etwa bis zu 10 cm, damit dann der gesammte Harn der betreffenden Niere durch den Ureter abfliessen und man den Blasenharn als den reinen Nierenharn der anderen Seite ansehen kann. Liegt der Katheter im Ureter sehr nahe der Blase, so werden einige Tropfen neben dem Katheter in die Blase gepresst.

Zum Schluss will ich nur noch bemerken, dass wir die Ureterkatheter in gesättigter Ammon. sulf.-Lösung kochen. Gleichfalls sterilisieren wir die Metallrinne, in welcher der Katheter liegt und welche in das Cystoskop hineingeschoben wird, durch Auskochen. Hat man dann die Blase mit 1/5000 Hg. oxycyanat-Lösung gefüllt und versteht so gut zu katheterisieren, dass man die Spitze ohne jede Berührung der Blasenwand in den Ureter hineinbringt, so darf man sagen, dass man alle für diese Operation nötigen aseptischen und antiseptischen Vorsichtsmassregeln gebraucht hat. In dieser Weise ausgeübt, ist der Ureterenkatheterismus vollkommen ungefährlich.

Krankheiten des Nervensystems.

In der nächstdem erscheinenden Brochüre »Eine neue therapeutische Methode für Rückenmarkskrankheiten« sind die meist interessierenden osmologischen Gesichtspunkte neben der gesammten modernen Therapie (Elektrothermie, Osmotherapie etc.) ausführlich erörtert (Berlin 1902, Fischer's Hofbuchhandlung).

XXII. KAPITEL.

Die Krankheiten des Blutes.

Allgemeiner Teil.

Die Blutkrankheiten gehören dem interessantesten und wichtigsten Gebiete der gesammten Osmologie an, insofern sie die Entwickelung einer sonst unerreichten Präzision der Begriffsbestimmungen gestatten und fast ausnahmslos direkt dem Experimente zugänglich sind. Aus diesem Grunde verspricht speziell die Osmotherapie, die in vielen pathologischen Gebieten noch auf unsicherem Boden steht, gerade bei den Krankheiten des Blutes zu einer aussichtsvollen Disciplin sich zu entwickeln.

Statt der Bezeichnung der Anämie im weiteren Sinne sind wir zur korrekten Begriffsbestimmung, wie sie die Osmologie strikt erfordert, zur Wahl des Namens Dysämie geneigt, und ordnen der Dysämie die Anämie im engeren Sinne (Blutleere) als zugehörig unter.

Der oberste Leitsatz der Osmologie des Blutes ist der zuerst von Waldeyer in dieser Form gegebene Ausspruch: »Jede parenchymatöse Zelle im Organismus stellt ein selbstständiges Laboratorium dar.« Wir vermögen von diesem fundamentalen Lehrsatze aus nahezu für die gesamte Pathologie des Blutes eine einheitliche Darstellung und Behandlung zu schaffen, indem wir die Veränderungen der Blutbeschaffenheit, seien sie mikroskopischer, infektiöser oder rein chemischer Natur, auf die einheitliche Basis physikalisch-chemischer Prozesse zurückführen. Das grundlegende Hülfsmittel zur Experimentaluntersuchung der osmologischen Pathologie des Blutes ist das Pektoskop und der modifizierte plasmolytische Versuch nach Pringsheim. (Zikel.)

Die Veränderungen des Blutes teilen wir vorteilhaft in quantitative und qualitative ein. Die ersteren, Hyperämie und Anämie, können lokale Bezirke oder den gesammten Organismus betreffen.

Von den bisher bekannt gewordenen Thatsachen über das Verhältnis des Blutes zu seiner Umgebung erscheinen die folgenden osmologisch wichtig.

Die Alkalescenz des Blutes ist durch die lebende Gefässwand bedingt. Diese Erscheinung zwingt an sich nicht zur Annahme einer vitalen Thätigkeit der Gefässwände, sondern spricht nur dafür, dass die physikalische Struktur und chemische

Beschaffenheit des lebenden Endothels andere Bedingungen darbietet, als das vitrum oder die erstorbenen Gefässwandzellen. Die Alkalescenz des normalen Blutes entspricht für 100 ccm derjenigen von 260—516 mgr. Natriumhydroxyd. (Conrad, Mya, Tassinari, v. Jaksch). Häufig tritt die Verminderung der Alkalescenz bei Fieber, konstant bei Urämie ein. Diese Thatsachen sprechen dafür, dass Fieber und Urämie direkt auf die Gefässendothelien einzuwirken vermögen, oder dass sie saure chemische Verbindungen herbeiführen. Typisch ist die Verminderung der Alkalescenz für CO- und P-Vergiftung, Lebererkrankungen mit ausgedehnten Gewebszerstörungen, Leukämie, perniciöse Anämie und Diabetes. (Groeber, Peiper, Rumpf, Kraus, v. Jaksch.) Nach Klemperer restituieren die Antipyretika diese Verhältnisse nicht.

Das spezifische Gewicht des Blutes liegt in der Norm zwischen 1,035 und 1,075. (Landois, Jones.) Bei Frauen ist die Dichte meist geringer (1,056—1,066), steigt aber bei der Geburt zu Maximalwerten. Zwischen dem 35. und 45. Jahre erreicht die Blutdichte des Mannes ihr Maximum.

Das Blut besteht aus Serum, Fibrin, Erythrocyten, Leukocyten, Blutplättchen und Blutstäubchen (Müller). Die Blutplättchen sind für Chlorose typisch (v. Jaksch). Oligocytämie bedingt Oligochromämie. Indessen besteht kein direkter Parallelismus zwischen Abnahme der Zahl der Erythrocyten und des Hämoglobingehaltes, da beispielsweise bei Chlorose die erstere überwiegt. Bei Phosphorvergiftung tritt Polycytämie rubra transitoria ein (Taussig). Höhenklima bedingt starke Vermehrung der roten Blutkörperchen (Wolff; bestritten von Schröder, Gottstein u. a.) Nach Mitchell vermehrt Massage den Gehalt an Erythrocyten und Hämoglobin. Die leukämischen Veränderungen teilt man ein in:

1. physiologische Leukocytose,
2. transitorische pathologische Leukocytose,
3. chronische pathologische Leukocytose (Leukämie und Anaemia infantum pseudoleukaemica).

Oligocytämie tritt ein durch Blutungen bei verletzter Gefässwand (Typhus-Darmblutungen, Ulcus ventriculi et duodeni, Oesophagus-Varicen. Die Leukocyten treten auf als:

1. Lymphocyten 22—25%.
2. Grosse mononucleäre Leukocyten 1%.
3. Uebergangsformen 1—3%.
4. Polynucleäre Leukocyten 70—72%.

5. Eosinophile Leukocyten 2—4 %,
6. Mastzellen 0,5 %,
7. Myelocyten (1kernig) (Leukämie, typisch; Diphtherie, Pneumonie etc.)
8. Eosinophile Myelocyten (Myelogene Leukämie und Anaemia infantum pseudoleukämica.
9. Kleine neutrophile Pseudolymphocyten = Teile polynukleärer Zellen (Ehrlich).
10. Reizungsformen (v. Jaksch).

Weisse Blutkörperchen treten physiologisch ein bei der Verdauung, kalten Bädern (Winternitz, Thayer), Anstrengungen, Schwangerschaft. Nach Virchow führen alle Lymphdrüsenprozesse zur pathologischen Leukocytose; ebenso wirken croupöse Pneumonie (Tumas, v. Limbeck, v. Jaksch, Pick u. a.), exsudative Prozesse (entzündliche Leukocytose nach v. Limbeck), Pocken, das Prodromalstadium von Scarlatina, Morbilli, Variola, Varicella, Pneumonie, Spättyphus (doch bei letzterem schwankend), Sarkome (Sadler), perniciöse Anämie, Chlorosis, das Reaktionsstadium nach Tuberkulin-Injektionen (v. Jaksch), Meningitis cerebrospinalis epidemica (Presser), Carcinom, Sepsis (v. Jaksch, Rieder, Jurk, bestritten von v. Limbeck u. a.), CO-toxikose.

Leukämisches Blut ist stets schwach alkalisch. Die Zahl der Erythrocyten nimmt bei der Leukämie ab, ebenso der Hämoglobingehalt. Man unterscheidet:

I. lienale Form
II. lymphatische Form (akut und chronisch)
III. myelogene „ (selten unkompliziert)

} einander kombinierend.

Häufig tritt bei Leukämie die von Quincke beschriebene Poikilocytose der Erythrocyten ein.

Die seltene Melanämie bedingt Oligochromämie und Olygocytämie. Von Interesse ist das Vorkommen der Mikro- und Megalocyten bei Toxikosen, Infektionskrankheiten, Verbrennungen und schweren Anämieen.

Die Poikilocytose charakterisiert die perniciöse Anämie und häufig Chlorose, Anaemia infantum pseudoleukämica, Krebskachexie, Amyloid, chronische Nephritis, Leukämia progressa.

Die nasse rote Blutzelle des Menschen enthält in der Norm 5,52 % N = 34,5 % Eiweiss. Die von v. Jaksch angegebene Hyperalbuminaemia rubra als typische Erscheinung der perniciösen Anämie ist nicht unwiderlegt geblieben. Konstant sind für diese

Krankheit nur Abnahme der zelligen Blutelemente bei Zunahme ihrer Grösse, Steigerung des Hämoglobingehaltes der Erythrocyten (Quincke u. a.).

Unter dem Begriffe der sekundären Anämie versteht man die quantitativen Veränderungen der morphotischen Elemente, wie sie nach Blutverlusten, Infektionskrankheiten und chronischer Nephritis, nach der Einwirkung von Helminthen eintreten. Ueber die chemische Natur der Blutveränderungen liegen relativ wenig positive Kenntnisse vor. Bei Zusatz von Säuren, CO_2 und starken Basen spaltet sich das Hämoglobin in einen globulinartigen Körper und in das eisenhaltige Hämatin, das durch Reduktionsmittel in alkalischer Lösung in reduziertes Hämatin übergeführt wird. Mit Luft geschüttelt ergiebt dieses letztere wieder das sauerstoffreichere Hämatin. Das von Virchow im extravasierten Blute nachgewiesene Hämatoidin ist mit dem Bilirubin (beide sind Abkömmlinge des Hämatins) wahrscheinlich identisch. Nach Nencki und Sieber entsteht Bilirubin aus Hämatin durch Hydration und Eisenentziehung:

Formel XCVIII. $$\underbrace{C_{32}H_{32}N_4FeO_4}_{\text{Hämatin}} + 2\ H_2O - Fe = \underbrace{C_{32}H_{36}N_4O_6}_{\text{Bilirubin}}$$

Hämatin + 2 Wasser — Eisen = Bilirubin

(die betreffende Formel in der »klinischen Diagnostik« von v. Jaksch ist ungenau.) Im Methämoglobin ist der Sauerstoff fester an den Blutfarbstoff gebunden, als im Oxyhämoglobin.

Als Konsequenz der Hämoglobinämie tritt Hämoglobinurie auf. Da nämlich die Diffusionsgeschwindigkeit des Hämoglobins mit wachsender Konzentration im Blutserum gesteigert wird, so wird Hämoglobin von den Nieren abgeschieden, wenn es im Serum gelöst war.

Eine Verringerung des Eiweissgehaltes im Blute erfolgt bei Blutverlusten und Kachexien. Sie geht parallel einer wachsenden Hydrämie einher.

Eine absolute Vermehrung des Eiweissgehaltes im Blute findet sich bei Cysticercosis cerebri und Gehirntumor, eine relative bei Wasserverlusten (Cholera, Diarrhöen). Eine Vermehrung des Fibrins ist bei Erysipel und Pneumonie nachgewiesen.

Unter Denteroalbumose versteht man nach Matthes Peptonlösung im Blutserum. Harnstoff findet sich in Spuren im normalen Blute. Seine klinische Bestimmung erfolgt vorteilhaft mit dem von v. Jaksch modifizierten Extraktionsapparat.

v. Schröder hält die Leber für das Organ der Harnstoffbildung.

Uricocidämie (Harnsäure im Blute) findet sich bei Gicht (Garrod), kroupöser Pneumonie, acuter, chronischer Nephritis und Schrumpfniere, schweren Anämieen, dyspnoischen Krankheiten (Vit. cord., Pleurit. exsudativ.). Harnsäure fehlt im normalen Blut, bei Typhus abdom. und Gelenkrheumatismus. Pathologisch enthält das Blut ferner Xanthinbasen (Xanthin, Hypoxanthin, Adenin, Paraxanthin, Guanin).

Melitämie (Traubenzucker im Blute) tritt normal, erhöht bei Diabetes mellit., Carcinomatose (Freund, Trinkler) auf.

Glykogen findet sich in den Leukocyten (v. Frerichs, Salomon, Gabritschewsky) und in Körnchenform im normalen und erkrankten Blute. Erhöht ist der Glykogengehalt bei Diabetes und Leukämie. In neuerer Zeit ist das Vorkommen von Glykogen im Blute einer neuen Debatte unterworfen worden.

Cellulose findet sich nach Freund im Blute Tuberkulöser.

Lipacidämie (organische Säuren im Blute) kommt normal vor. Besonders lassen sich Spuren flüchtiger Fettsäuren nachweisen, Fleischmilchsäure und β-Oxybuttersäure (Berlinerblau, Hongounenq).

Lipämie (Fett im Blute) ist physiologisch und pathologisch bei Alkoholismus, chronischer Nephritis, schwerem Diabetes, Knochenmark-Verletzungen nachweisbar.

Cholämie (Gallenbestandteile im Blute) ist wegen der Lösungsfähigkeit der Erythrocyten bemerkenswert. Dieses Sympton bedingt in hervorragendem Masse das Interesse der Osmologen (s. u.). v. Jaksch hat gezeigt, dass bei Urobilinurie Bilirubinämie besteht, eine wichtige Thatsache, die Licht in die Nierenosmologie zu bringen verspricht. Die moderne Ätiologie der Urämie weist auf eine Hyperkonzentration des Blutserums hin. (Bestritten von Horbaczewski.) Bei Urämie ist die Härnsäure im Blute vermehrt, die Alkalescenz vermindert. (Peiper, v. Jaksch.)

Ammoniämie (Ammoniumverbindungen im Blute) ist normal nachweisbar, erhöht bei Anurie.

Acetonämie kommt bei Fieber und Diabetes, in Spuren auch normal, vor. (Reale, J. Müller, Deichmüller.)

Von anorganischen Blutbestandteilen ist das Kochsalz der wichtigste, der stets fast völlig unabhängig von der Nahrungsaufnahme 0,5 % beträgt. Der NaCl-gehalt im Blut ist nach Schenk auch bei Fieberkrankheiten (z. B. Pneumonie) normal, obgleich er im Harn verringert ist. Der Salzgehalt des Serums

ist vermindert bei Rhachitis und Osteomalacie. Bei der Tuberkulose ist die Blutasche arm an Natronsalzen und Phosphaten, reich an Kalisalzen. (Freund.) Die Osmotherapie hat durch die Injektions- und Ernährungsmethoden die Ausgleichung dieser Verhältnisse anzustreben, dabei aber die physikalischen Befunde in Betracht zu ziehen. Der Wassergehalt des Blutes ist annähernd indirekt proportional seinem Eiweissgehalte. (v. Jaksch.) Bei Anämieen ist er erhöht. Normal beträgt der Wassergehalt etwa 77,33%.

Die Alkalescenz des Blutes rührt nach Maly vom Dinatriumphosphat $= Na_2HPO_4$ her. Nach Zuntz befördern Temperaturerhöhung und Alkalizusatz zum Blute die Säurebildung. Indessen vermögen Sodafütterung und Säuren die Alkalescenz zu verringern. (Lassar, Dubelir.) Frauen und Kinder haben eine geringere Alkalescenz als Männer, Wöchnerinnen eine geringere als Schwangere (Jacob), Verdauende eine stärkere als Nüchterne. (Peiper.) Die Alkalescenz steigt bei häufigem Erbrechen und Chlorose (Gräber), sie sinkt bei Diabetes (Peiper), Kachexieen, Rheumatismus (Lépine), Urämie, Leukämie, starker Anämie, hohem Fieber, Cholera (Cantani), Leberentartung, Vergiftungen (Kraus). Eine Temperatur von 52° bewirkt eine Auflösung der Erythrocyten im Blute. Zur Stützung der Annahme einer vitalen Kraft der Erythrocyten hat man die Thatsachen herangezogen, dass Kali-, Eisen-, Manganlösungen u. a. nicht hineindiffundieren (Bunge), während Zucker (Bresol) und Chloroform endosmotisch wirksam sind. (»Histologische Individualität der Erythrocyten« nach Schultze.) Harnstofflösung und Drucksteigerung wirken analog der Wärmezufuhr.

Blutfarbstofflösend wirken:

1. Hohe Temperatursteigerungen (Schultze),
2. Gefrieren und Aufthauen (Rollett),
3. Starke elektrische Ströme oder Schläge bei Serumverdünnung (Neumann),
4. Galle (Hünefeld) und gallensaure Salze (v. Dusch, Plattner).
5. Seröse pathologische Flüssigkeiten (Strauss).
6. Blutserum anderer Tierspezies (Landois)
7. Akute Infektionskrankheiten } (Rummo, Maragliano,
8. Chronische Dyskrasieen } Castellino)
9. Wasser

10. Chloroformdämpfe (Böttcher)
11. Äther- „ (v. Wittich)
12. Alkohol „ (Rollet)
13. Schwefelkohlenstoff (Hühnefeld)
14. Nicht isotonische Salzlösungen (Hamburger, de Vries)
15. Säuren in gewissen Konzentrationen (Hüls-Landois)
16. Basen „ „ „
17. Gasentziehung

Leichter lösen sich CO_2 haltige als O haltige Erythrocyten.

Embryonal entstehen die Erythrocyten in der Milz, extrauterin in den Lymphdrüsen neben Leber und Milz. Sie gehen nach kurzer Lebenszeit in der Leber zu Grunde. Pathologisch kann eine Anschoppung dieses eisenhaltigen Materiales in Milz, Knochenmark und Leberkapillaren stattfinden, wenn der Untergang der Erythrocyten vermehrt oder ihre Neubildung aus dem alten Materiale vermindert ist. Stockt die Ausscheidung in den Leberzellen, so häuft sich Eisen in diesen an; alsdann kann es auch in den Drüsen und deren Sekreten oder in anderen Organen nachgewiesen werden. Bei reichlicher Blutvermehrung liess sich in den Leukocyten der Leberkapillaren, in den Zellen der Milz, des Knochenmarkes, der Leber, der Lymphdrüsen und der Nierenrinde, Eisen im Tierversuche nachweisen (Quincke). In Leber und Niere findet sich Eisen nach Zufuhr von Hämoglobin oder von Eisensalzen in das Blut (v. Stark u. a.). In Thromben und Blutextravasaten sind Hämatoidin und Hämatosiderin nachweisbar (Neumann). Mit zunehmendem Alter fällt die Eisenreaktion negativ aus (Schmidt).

Die Anzahl der Leukocyten wird vermindert durch lokale Erwärmung, Inanition, Unterernährung, vermehrt durch Verdauung, Aderlass, Eiterungen, Menses, Puerperium, Agone, Tonica, (Chinin, Bitterstoffe) Nucleinzufuhr, Gicht, lokale Temperaturerniedrigung (Winternitz). Arnold hat nachgewiesen, dass sich Leukocyten in Riesenzellen verwandeln können. Nach Binz vernichtet Chinin die amöboide Beweglichkeit der Leukocyten. Die weissen Blutkörperchen vermögen phagocytisch, angelockt durch Chemotaxis, bakterielle Stoffwechselprodukte unschädlich zu machen. Durch starke elektrische Schläge quellen sie auf und zergehen schliesslich (Leukocytolyse).

Die Blutplättchen sind bei Graviden (Halla), Blutungen (Mosen), Blutregenerationen (Afanassiew), fieberloser Anämie (Fusari)

vermehrt. Bei perniciöser Anämie (Hayem), Fieber und nach Injektion von Egelextrakt (Löwit) ist ihre Zahl vermindert.

Blutverluste ziehen Verringerung der morphotischen Blutelemente nach sich und werden zunächst durch Gewebslymphe kompensiert. Nach Halla, Riegel und Boekmann erhöht Fieber die Zahl der roten, vermindert die Zahl der weissen Blutkörperchen. Chronische Krankheiten vermindern die Zahl, oft noch mehr den Hb-gehalt der Erythrocyten.

Hämoglobinurie kann durch kalte Fussbäder bei manchen Patienten ausgelöst werden. Bei der progressiven perniciösen Anämie ist die Zahl der Erythrocyten gering, ihr Hb-gehalt erhöht.

Mikrocyten sind bei fast allen Formen der Anämie, Megalocyten sind bei perniciöser Anämie, zuweilen bei Leukämie, Chlorose und Lebercirrhose vorzufinden (Gram). Sekundäre Anämieen vermindern den Stickstoffgehalt der Erythrocyten, die perniciöse Anämie erhöht ihn (v. Jaksch).

Leukocyten sind nach Seidler in exsudativen Krankheiten vermehrt, ebenso bei der Leukämie (Virchow), bei der die Zahl der Erythrocyten vermindert ist.

Hämoglobin diffundiert anlog den Krystalloiden; die Hb-Krystalle scheiden sich wie eine Säure am positiven Pole ab. Der Hämoglobingehalt beträgt bei:

Männern 13,77 % des Gesammtblutes
Frauen 12,59 % (Otto) „ „
Schwangeren 9—12 % (Preyer) des „

Hämoglobin ist vermindert bei der Rekonvalescenz von Fieberkrankheiten, Phthise, Carcinom, Ulcus ventriculi, Vitium cordis, Kachexie, Chlorosis, Leukaemia, perniciöser Anämie und energischen Hg-Kuren Luetischer.

Hämatoidinkrystalle finden sich im Urin nach ausgedehnter intravasculärer Blutauflösung (v. Recklinghausen, Landois).

Die chemische Analyse der Leukocyten ergiebt die folgenden Bestandteile:

Albumin (gering)
Alkalialbuminat
myosinähnliches Albuminat
zwei Globuline unbekannter Natur
Serumglobulin (Halliburton)
Pepton
Gerinnungsferment

Nucleïnsubstanzen (Miescher)
Nucleohiston (Lilienfeld)
Glykogen
Lecithin
Cholestearin
Cerebrin
Protagon
Inosit
Amidovaleriansäure
Fette.

Über die Gerinnung des Blutes ist folgendes vorauszuschicken. Die lebende Gefässwand hindert die Gerinnung; analog wirken Alkalien, NH_3, konzentrierte Neutralsalzlösungen der Alkalien und Erden (Choralkalien, Sulphate, Phosphate, Nitrate, Carbonate) (am günstigsten wirkt Magnesiumsulphat 4,1 Vol. 28% Lös. zu 3½ Vol. Pferdeblut), schwache Säuren, CO_2, Zusatz von Eiereiweiss, Zuckerlösung, Glycerin, reichliches Wasser, Kälte, Druck, nicht adhärable Substanzen. Beschleunigt wird die Gerinnung durch adhärable Substanzen, Luft, N, H, viele verdünnte Stofflösungen der regressiven Eiweissmetamorphose: Harnsäure, Glycin, Taurin, Leucin, Tyrosin, Guanin, Xanthin, Hypoxanthin, Gallensäuren, Lecithin, salzsaures Cholin, Protagon, (alle wirken im Ueberschuss dagegen gerinnungshemmend) Temperaturerhöhung, Inanition. Beim Gerinnungsprozesse werden stets Erdphosphate ausgeschieden (Freund). Der Chemie des Blutplasmas und Serums ist in der Osmologie eine hervorragende Bedeutung zuzusprechen, da wir nachgewiesen haben, dass wir die Funktion fast aller parenchymatöser Organe aus ihr direkt oder mittelbar zu bestimmen vermögen und durch Feststellung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Solubilien, insbesonders aber der molekularen Verhältnisse (M, p, φ) wichtige graduell-diagnostische und osmotherapeutische Schlüsse herleiten können.

Die Eiweisskörper des Plasmas betragen 8—10 Gewichtsprozente. Nur 0,2% sind Fibrinogene, das Serum enthält demnach nahezu gleichviel Eiweiss wie das Plasma. Die Dichte des Serums ist 1,027—1,029. Das Serum enthält Serumalbumin, das durch Kochsalzzusatz leichter gerinnt, und Serum-Globulin.

Das Serumalbumin wird durch Na_2SO_4 (nach Ausfällung des Serumglobulins durch $MgSO_4$) niedergeschlagen. $(NH_4)_2SO_4$ fällt

in gesättigter Lösung alle Eiweissstoffe. **Globulin** ist in salzfreien Lösungen unlöslich, **wird also mit zunehmender Hyposmose des Serums ausgeschieden** (Zikel). Bei Inanition nimmt der Gehalt an Globulin zu, an Albumin ab. Nach Blutentziehungen steigt der Globulingehalt (Burkhardt). Diese Steigerung scheint aber nur eine relative, prozentuale zu sein (Zikel). Im Serum sind normal in 100 ccm Blut über 8 gr Eiweiss gelöst (v. Jaksch). Das Serum enthält ferner 0,1—0,2 % Fette (Stearin, Palmitin, Olein, Seifen, Cholestearin, Lecithin und dessen Spaltungsprodukte: die Glycerinphosphorsäure), 0,1—0,15 % Traubenzucker (Seegen; im Lebervenenblut 0,23 %), aus der Leber und den Muskeln herrührend und nach Blutverlusten steigend, (Schenk, v. Mering, Claude Bernard), etwas Glykogen, Gummi, Jecorin, diastatisches Ferment, Kreatin, Harnstoff 0,035 (Inanition) — 0,153 % (Schöndorff), zuweilen Bernsteinsäure, Hippursäure, Harnsäure, Guanin und Salze 0,85 %, davon:

Chlornatrium	49,2 %
Natriumsulfat	4,4 %
Natriumkarbonat	2,1 %
Natriumphosphat	1,5 %
Calciumphosphat, Magnesiumphosphat	7,3 %

Ausserdem enthält das Serum 90 % Wasser und einen luteinähnlichen Farbstoff. Nach Biernacki enthält normales Blut einen Trockenrückstand von 9,28 % und einen NaCl-gehalt von 0,497 %.

Von ausserordentlich hohem Interesse für die Osmotherapie erscheinen die folgenden Thatsachen. Es ist leider bisher noch nicht in befriedigender Weise gelungen, Solubilien aufzufinden, die längere Zeit hindurch im Blute circulierend erhalten werden können, nachdem sie durch Injektion in die Blutbahn eingeführt wurden. Gelöste Butter und reines Olivenöl vermögen sich noch am längsten in der Blutbahn aufzuhalten und haben deshalb einen nicht zu unterschätzenden Wert für injektive Ernährung. Anders verhält es sich mit den Salzen, soweit unsere relativ sehr geringen Kenntnisse darüber ein Urteil gestatten. Es ist bisher nicht gelungen, Salze in grösserer Menge in der Blutbahn zirkulierend zu erhalten; schon nach wenigen Minuten diffundiert der grösste Teil in die Gewebe und wird allmählich durch die Nieren ausgeschieden. (Ludwig u. Klicowicz, Bratol.) Hierdurch wird die Thatsache zum Teil erklärlich,

dass injizierte Kochsalzlösungen nicht den maximalen Wert von 1 % überschreiten dürfen. Analoge Ergebnisse weisen Zucker und Pepton auf, weshalb eine subkutane Ernährung mit diesen Stoffen von fraglichem Werte erscheint. (Zikel.) — Ebenso wie pathologische Verhältnisse vermögen physiologische Ereignisse die chemische Konstitution des Blutserum zu ändern. Nach der Einführung von Nahrung entzieht reichlich aufgenommenes Kali dem Plasma einen Teil des Natrons, ohne es zu ersetzen. (Bunge.) Bei Unterernährung verarmt das Blutserum an Eiweissstoffen und wird reicher an Salzen (Nasse). Aus physikalisch-chemischen Erwägungen heraus erscheint nur die erstere Thatsache als Consequenz der letzteren.

Bezüglich der Alkalescenz des Blutes ist folgendes zu bemerken: Natriumdiphosphat $PO\begin{matrix}OH\\NaO\\NaO\end{matrix}$ und Natriumbikarbonat $CO\begin{matrix}OH\\NaO\end{matrix}$ bläuen Lakmus, sind aber wegen ihrer Hydroxylgruppe als saure Salze aufzufassen. Zuntz und Loewy stellten durch osmotische Versuche fest, dass sich im Serum schwach saure, indiffusible Substanzen vorfinden, die grosse Mengen Alkali enthalten. Ein Teil des Alkalis erscheint an Proteïne gebunden. (Gürber.) Durch Sättigung des Blutserums mit CO_2 nimmt die Menge der diffusiblen Basen zu. Die basischen Karbonate und Phosphate im Blutserum neutralisieren die physiologische Gewebs-Säurebildung.

Analyse des Blutserums (C. Schmidt)			der Erythrocyten (Bunge)
H_2O	90,884 %		60,0 %
Bei 120° nicht flüchtige Stoffe	9,116 %		40,0 %
Von diesen letzteren sind:			
Eiweissstoffe etc.	8,259 %		37,0 %
Anorganische Stoffe	0,857 % und zwar:		0,6 %
Kaliumsulfat	0,0283	Kali	0,30
Natriumchlorid	0,5591	Magnesia	0,08
Kaliumchlorid	0,0362	Chlor	0,15
Natriumphosphat	0,0273	Phosphorsäure	0,10
Natron	0,1545	Natron	0,11
Calciumphosphat	0,0300	—	—
Magnesiumphosphat	0,0220	—	—
Procentgehalt			Annäherungswerte aus Tierversuchen

Die basische Serumreaktion rührt besonders von Natriumkarbonat her. In Kohlendioxyd-reichem Blute ist die alkalische Serumreaktion erhöht, der Chlorgehalt vermindert. Die Ursache dieser Erscheinung ist von Gürber nachgewiesen worden. Salzsäure und Wasser vermögen nämlich in die Blutkörperchen endosmotisch einzudringen, während die Alkalien zurückbleiben und die basische Reaktion des Serums bedingen. Die bakteriolytische Eigenschaft der Sera immunisierter Individuen beruht auf der Wirkung gelöster eiweissartiger Alexine (Buchner, Behring, Roux u. a.). Auf diesem Prinzipe beruht u. a. das von v. Leyden neuerdings entdeckte Scharlachserum, dessen osmologische Untersuchung mir von Oberarzt Blumenthal übertragen worden ist. Die bisherigen Versuchsergebnisse sind im Abschnitte »v. Leydens Scharlachserum« teilweise berichtet.

Die Unterschiede zwischen arteriellem und venösem Blute sind von Landois zusammengestellt:

Arterielles Blut enthält			
mehr		weniger	
Extractivstoffe	O	CO_2	Blutkörperchen
Salze (bes. Chloride)	H_2O	Eiweiss	
Zucker	Fibrin	Alkali	
Temperaturgrade	Fett	Harnstoff	

als venöses Blut. Das Blutplasma enthält umso mehr Chlor, je wasserreicher es ist (C. Schmidt, Biernacki).

B e i e i n e r V e r m e h r u n g d e r n o r m a l e n B l u t m e n g e u m 83 % w i r d n o c h k e i n e d a u e r n d e B l u t d r u c k s e r h ö h u n g k o n s t a t i e r t; das Blut dehnt alsdann die elastischen Kapillarwände aus (Worm-Müller).

Eine gegebene Menge gelösten Blutfarbstoffes kann unter keinem, noch so hohen Sauerstoffdrucke aus lauter Oxy-hb. bestehen, sondern es bleibt eine Menge O-freien Farbstoffes bestehen. Hat das Blut unter irgend einem Drucke O aufgenommen, bis der durch die Gleichung

Formel XCIX. $$v = \frac{h_0}{p_0 h_r}$$

ausgedrückte Gleichgewichtszustand erreicht war, wenn

$v = \frac{c}{c_1} =$ Verhältnis der Absorptionsgeschwindigkeitscoeffienten (nach Ostwald)

$h_0 = n =$ die in 1 ccm enthaltene Menge unzersetzter Substanz (cf. Absorption)

$\begin{cases} hr = n_1 = \text{Gewicht des einen Zersetzungsproduktes} \\ p_0 = \text{Gasdruck}, \end{cases}$

so wird dieses Gleichgewicht sofort wieder gestört, sobald das Blut mit Luft von anderem Partialdrucke des Sauerstoffes in innige Berührung kommt, bis wieder Gleichgewicht eintritt, wenn das Blut nicht seinen

1. Farbstoffgehalt,
2. Wärmegrad

und seine 3. chemische Beschaffenheit

ändert.

Im venösen Blute verhält sich Hb : Oxyhb = 40 : 60. Chemisches Gleichgewicht besteht aber nur unter der Bedingung, dass die im Blute absorbiert enthaltene Sauerstoffmenge nur noch unter dem Drucke von 4 mm steht, d. h. wenn die O-spannung = 4 mm ist. Man erkennt hieraus, wie rasch während des hauptsächlich in den Kapillaren erfolgenden Überganges des arteriellen in den venösen Zustand des Blutes die Sauerstoffspannung im Plasma abnimmt, **und wie sie in der Norm im venösen Blute doch niemals den Wert Null erreichen kann.**

Unter Plethora versteht man eine gleichmässige Polyämie im Organismus. Erzeugt man diesen Zustand künstlich durch Blutinjektion, so nimmt rasch die Lymphbildung zu, das Serum wird in 12—20 Stunden verarbeitet, vorwiegend durch die Nieren ausgeschieden, die überschüssigen Solubilien werden vorläufig in den Zellen aufgespeichert und teils unverändert allmählich durch die Nieren ausgeschieden, teils fallen sie der regressiven Metamorphose anheim (Landois, Zikel). In der ersten Zeit ist das Blut relativ (Panum, Lesser, Worm-Müller) und absolut reicher an Erythrocyten bis zur Dauer eines Monates (Tschirjew). Bemerkenswert sind ferner die Polyämia serosa, aquosa, polycytämica (letztere bei vit. cord. grav., Stauungen), hyperalbuminosa. Bei Alkoholismus und Adipositas, Kachexieen, Fieber und Leukämie können wechselnde Grade von Lipämie vorkommen. In solchen Fällen ist das Fett den Eiweissstoffen rechnerisch zuzuweisen, da es gleich diesen keine eigentliche Lösung bildet und daher eine Sonderstellung mit jenen einnimmt.

Bei überreicher Salzfütterung bildet sich namentlich fette Degeneration der Drüsengewebe (von Bedeutung für die Osmotherapie der Blutkrankheiten). Vermehrt ist der Salzgehalt des Blutes oft bei Infektionskrankheiten und Wassersuchten, vermindert

bei vielen Entzündungsprozessen und bei der Cholera; nullwertig im Harn ist der Gehalt an NaCl angeblich bei Lungenentzündung (?).

Der Fibringehalt ist im Blute vermehrt bei Entzündungen, namentlich der Lungen oder Pleura und oft nach ausgedehnten Aderlässen (Sigmund Meyer). Auch diese Thatsache scheint mir auf der erhöhten Globulinausscheidung infolge verringerten Salzgehaltes im Serum zu beruhen. Oligaemia vera bedingt Sekretionshemmung, Dyspnoe, gesteigerte Harnstoffausscheidung infolge erhöhten Körpereiweisszerfalles (Jürgensen, Bauer), verringerte Fettzersetzung und CO_2-abgabe infolge verminderter Oxydationsvorgänge.

Osmotherapie der Blutkrankheiten.

Die Osmotherapie der Blutkrankheiten hat die wichtige Aufgabe, osmologische Funktionsänderungen des Blutserums zu restituieren. Sie vermag diese Aufgabe auf folgenden Wegen zu erfüllen:

1. **Die Diffusionsgeschwindigkeiten der im Blute enthaltenen Solubilien können durch Änderung des Mengen-Verhältnisses von Krystalloiden zu Colloiden erhöht resp. vermindert werden.** Dieses Verhältnis vermag man gemäss den Ausführungen der diesbezüglichen Kapitel des vorliegenden Lehrbuches .

I. **ohne Medikation** zu ändern durch:

A. Lungengymnastik.

a) Verdichtete Atmungsluft
b) Verdünnte „ (Höhenkuren)
} in relativ normaler Zusammensetzung der atmosphärischen Luft

c) Verdichtete „
d) Verdünnte „
} in relativ veränderter Zusammensetzung (Überwiegen eines Gasbestandteiles)

e) verdichtete Einzelgase
f) verdünnte „
} (O etc.)

g) Motorische Gymnastik und Massage der Respirationsmuskeln
h) Elektrothermie.

B) Beeinflussung der Herzmuskelfunktion.

a) Herzmassage
b) lokale Temperatureinflüsse
  α) Temperaturextreme (Hitze, Kälte)
  β) Temperaturwechsel
c) Elektricität.

C) Körper-Gymnastik.

a) Aktive Gymnastik (Turnen)
b) Passive Gymnastik (Massage etc.)
c) Thermische Reizung
d) Elektrische „

Ein wichtiges Hülfsmittel zur starken Beeinflussung der osmotischen Druckverhältnisse im Körper ist die elektrothermische Organ-Therapie nach Zikel, die in der Schrift: »Eine neue therapeutische Methode etc.« erörtert ist.

II. durch **Medikation** per os
A) Organeigene Osmotherapeutika (Kochsalz, gelöstes Eiweiss, Eisensalze etc.)
B) Organfremde Osmotherapeutika (Öl etc.)

III. Durch Injektions-Therapie
A) Organeigene Osmotherapeutika (Tierische Muskelseruminjektionen etc.)
B) Organfremde Osmotherapeutika.

Ein wichtiges organeigenes Injektions-Osmotherapeutikum ist das Wasser, das bei hochgradiger Plethora eine Beimischung von aq. dest. (in geringer Menge) enthalten darf, sonst aber in der Form abgekochten Wassers zur Verminderung des osmotischen Druckes verwandt werden wird. Naturgemäss kann eine unzweckmässige Injektion beliebig konzentrierter Lösungen keine fruchtbare Therapie erhoffen lassen.

Vor der genauen Kenntnis der molekularen Verhältnisse und ihrer pathologischen Funktionsänderungen ist an eine erspriessliche Therapie nicht zu denken. Ich habe nachweisen können, dass besonders die osmotischen Partialdrucke, dass die Molekulargewichte und Konzentrationsverhältnisse, dass endlich die Dissociationsvorgänge der einzelnen Blut- oder Muskelserum-Solubilien und deren Funktionsänderungen auf das eingehendste berücksichtigt werden müssen und dass eine empirische Dosierung der Medikationen vollkommen ausgeschlossen erscheint! **Die Grundlage der Osmotherapie der Blutkrankheiten bildet demnach die osmologische Stöchiometrie.**

XXIII. KAPITEL.

Spezielle Osmo-Pathologie des Blutes.

Anämie.

Eine Verminderung der Zahl der Erythrocyten tritt ein:

1. bei gehemmter Neubildung derselben
2. „ Blutverlusten
3. „ Toxinen (Cytämolyse)
4. „ Schmarotzern (Anchylostomum, Botriocephalus)
5. „ nervösen Einflüssen
6. „ langdauernden oder heftigen Krankheiten.

Die häufigsten Symptome sind Magen-, Darm-Erscheinungen, Herz- und Atembeschwerden. Bei der perniciösen Anämie treten Oedeme und Blutungen hinzu. Typisch sind Gigantocyten. Biernacki beschreibt einen Fall von tabischer Anämie: Trockenrückstand 7,45 %, NaCl-gehalt 0,534 %. V. Moraczewski stellte als konstanten Befund bei Anämieen einen erhöhten Chlornatriumgehalt des Blutes und eine Abnahme der Phosphate im Blute fest. Nach diesem Autor besteht zwischen NaCl und Phosphaten ein entgegengesetztes Verhältnis (bestätigt von Schwarz für das Blutserum). v. Limbeck: Fall I prim. Anämie: 55j. Mann:

Erythroc.	Hb %	Spec. G. Blut; Serum	N Blut; Serum
1 ¼ Mill.	25	1,03; 1,021	1,48; 0,852 Vol. %

NaCl Blut; Serum	Trockenrückstand des Blutes Serum	H_2O Blut; Serum
0,897; 0,819 Vol. %	11,56; 7,33 Vol. %	91,33; 94,77 Vol. %

Bei einfacher primärer Anämie ist der Kochsalzgehalt im Serum gesteigert (v. Limbeck). Aus der Klinik Senators sind vier Fälle sekundärer Anämie analysiert worden, die allgemeines Interesse fordern (Die eingeklammerte Krankheit war abgelaufen):

	Beruf	Alter	Aetiologie d. sek. Anämie
Fall 1	Steinsetzer	60 J.	(ex carcin. ventric.)
Fall 2	Kutscher	39 J.	ex Pneumothorax sin.
Fall 3	Arbeiter	16 J.	ex Pleurit. et. (Pericardit.)
Fall 4	Arbeiter	46 J.	Vit. cord.: Insuff. valr. art. et. mitral. Sten. valr. aort.

Trock.-rückst.	Salze	Erythroc.	Hb %	Serum-N
6.0427 Gw.%	0,6816 Gw.%	3 ½ Mill.	40	905,75 Vol. %
9.1121 „ „	0,2336 „ „	4 „	75	—
9.6395 „ „	0,4298 „ „	4 „	75	—
9,1954 „ „	0,8157 „ „	4 ½ „	90	—

Bei der sekundären Anämie erscheint demnach der Trockenrückstand des Serums (Grawitz u. a.) und sein Salzgehalt und Eiweissgehalt vermindert.

A. v. Korányi giebt an, dass bei der chronischen Form der Anämie infolge der konsequenten fettigen Entartung der Epithelien in den Harnkanälchen die Wasserresorption leidet und demnach ein Harn entleert wird, dessen molekulare Konzentration derjenigen des Blutes naheliegt.

Nach demselben Autor ist bei Anämieen im allgemeinen der Gefrierpunkt des Blutes $\delta < 0{,}56^{\circ}$. Ist δ dagegen $> 0{,}56^{\circ}$, ohne dass eine Beeinträchtigung der Sauerstoffaufnahme stattgefunden hat (Cyanose), so stellt dieser experimentelle Befund ein **diagnostisches Zeichen** dar, dass die Nierenepithelien durch die Anämie in Mitleidenschaft gezogen, einer meist fettigen Degeneration anheimgefallen sind. Die molekulare Diurese des Harns Δ ist nach v. Korányi $< 1{,}4^{\circ}$, nach Casper & Richter beträgt sie im Mittel bei der Anämie $0{,}8^{\circ}$. Nach dem ersteren Autor wächst Δ mit der Besserung der objektiven Symptome. Es besteht demnach 1. Hyposthenurie (Δ zwischen 0,7 und 1,2), die graduell dem Krankheitsverlaufe sich ändert. Das spezifische Gewicht des Harns kann normal sein. 2. Molekulare Oligurie ist typisch; a sinkt bedeutend. Die Schwankungen von f gehen weit über die normalen Grenzen (1,2 bis 2,4). $\varkappa$ ist hypernormal bis normal, g abnorm gering. Wenn δ hypernormal ist, so lässt sich Albuminurie nachweisen. Besteht indessen bei Herz- und Niereninsufficienz als Begleiterscheinung oder Folgezustand Anämie, so kann aus dem normalen Befunde von δ nicht eine vollständige Kompensation gefolgert werden. Nur in dem Falle, dass die Kompensation unzureichend und folglich δ trotz der bestehenden Anämie abnorm gross ist, ist die diagnostische Konsequenz im obigen Sinne zulässig. Molekulare Oligurie bei Anämie lässt auf einen abnorm verringerten Stoffwechsel und Abnahme der Blutmenge schliessen. Tritt der seltene Fall ein, dass δ bei Anämie abnorm gross ist, so ist **komplizierende Niereninsufficienz zu diagnosticieren** (v. Korányi). Die Kalkausscheidung ist normal

(v. Moraczewski). Bei hochgradiger Anämie kann aus einer normalen molekularen Konzentration des Blutes nicht auf Niereninsufficienz geschlossen werden, da der herabgesetzte Stoffwechsel und die Niereninsufficienz sich paralysieren können (v. Korányi, Casper & Richter). Strauss analysierte die molekulare Konzentration und den Chlornatriumgehalt des Schweisses in 3 Fällen:

Fall	Δs	Ks	fs
1	— 0,25°	0,33 %	0,76
2	— 0,38°	—	—
3	— 0,13°	0,14 %	0,93

Chlorosis.

Die Erythrocyten sind meist unvermindert. Der Hämoglobingehalt ist verringert. Häufig besteht sauere Mageninhalt-Reaktion. Die Herzfunktion ist verringert, ebenso die meisten übrigen Funktionen. Bei chronischer Erkrankung tritt leicht fettige Degeneration ein:

Biernacki:		Fall I.	Fall II.	Fall III.	Fall IV.
	Trockenrückstand	9,26 %	8,49 %	7,73 %	6,48 %
	NaCl-gehalt	0,481 %	0,491 %	0,521 %	0,536 %

v. Limbeck:

	Erythrocyten	Hb %	Serum: Spec. G.	N. Vol. %	NaCl Vol. %	Trockenrückstand Vol. %	H_2O Vol. %
Fall V	4,88 Mill.	25	1027	1,081	0,625	9,59	93,10
Fall VI	3,12 „	15	1021	0,789	0,596	7,20	94,90

(Bei gesunden Personen NaCl-gehalt im Serum = 0,78—0,678 Vol. %.) Der Chlornatriumgehalt des Blutserums ist vermindert (v. Limbeck). Nach v. Korányi besteht Hyposthenurie und molekulare Oligurie. δ ist < 0,56° und unterliegt den oben dargestellten Veränderungen und der diagnostischen Verwertbarkeit wie bei der allgemeinen Anämie. Molekulare Oligurie und Hyposthenurie nähern sich mit der Besserung der Norm. Nach Dieulafoy treten häufig infolge unzureichender Ernährung der Nieren urämische Symptome (Kopfschmerz, Erbrechen u. a.) auf. Der Gehalt an Urobilin ist vermindert, die Harnmenge subnormal, Harndichte gering, Harnreaktion neutral bis alkalisch.

Leukämie.

Die Blutdrüsen sind geschwollen. In neuerer Zeit schreibt man die Krankheit Toxinwirkungen zu. Das Verhältnis der Leu-

kocyten zu den Erythrocyten kann in schweren Fällen 1 : 1 werden. Nach Labadie-Lagrave ist das Blutserum chemisch wenig verändert. Harnmenge meist normal. Dichte 1,020—1,027, Harnreaktion stets sauer. Die Harnsäure, zuweilen auch Xanthin und die Phosphate, Albumin- und Indikanausscheidung sind vermehrt. Häufig kommt Hämaturie vor.

Pseudoleukämie.

Bei gleichen Symptomen fehlt der charakteristische Blutbefund. Die Lymphdrüsen sind stark geschwollen. Gegen das Ende der Krankheit treten Oedeme, Blutungen, letale Funktionsänderungen ein. Die O-Inhalation giebt häufig günstige Resultate.

Hämophilie.

Diese erbliche Erkrankung beruht wahrscheinlich auf mangelndem Blutgehalte an Fibrinogen. Die natürliche Folge ist Anämie.

v. Limbeck beschreibt einen Fall von hämorrhagischer Diathese. (Mann von 40 Jahren.)

Erythroc.	Hb	Spec. G. Blut; Serum	N Blut: Serum
5 ½ Mill.	87 %	1,059; 1,025	2,72; 0,924 Vol. %

NaCl Blut; Serum	Trockenrückst. Blut; Serum	H_2O Blut; Serum
0,702; 0,796 Vol. %	29,69; 8,51 Gew. %	79,31; 91,79 Gew. %

Purpura.

Nichterblichkeit, subkutane und Schleimhautblutungen und Kachexie sind die bemerkenswertesten Eigenschaften der Purpura. Die Blutsfleckenkrankheit stellt eine essentielle Erscheinungsform dar. Heftige Diarrhoeen sind häufige Begleiterscheinungen.

Skorbut.

Kachexie, Blutungen und Mundentzündungen sind typische Symptome. Ob der Mangel an Kalisalzen konstant ist, lässt sich vorläufig nicht ersehen. Das Skorbutgift kann durch seine Ausscheidung im Munde schwere Entzündungskonsequenzen hervorrufen. Die Harnreaktion ist sauer, x und K, letzteres auf dem Höhepunkte der Krankheit oft bis zum Werte Null, verringert. Albuminurie (Peptonurie) ist eine häufige Komplikation.

Milzkrankheiten.

Normal ist die Zirkulationsgeschwindigkeit in der Milz herabgesetzt. Man kann eine akute von der chronischen Form des Milztumors unterscheiden. Milzinfarkte und Abscesse sind bei Herzkrankheiten nicht selten.

XXIV. KAPITEL.

Die Stoffwechsel-Krankheiten.

Allgemeiner Teil.

Der Nahrungszucker vermag in der Norm in Form von Stärke aufgespeichert zu werden. Indessen bildet sich Glycogen auch aus Eiweisskörpern der Nahrung. Hauptsächlich findet sich das Glycogen in Leber und Muskeln aufgespeichert und schwindet bei Inanition zuerst aus der Leber. Durch Arbeit wird der im Serum gelöste, etwa 1 pro mille betragende Zucker verbraucht und aus dem Glycogen ersetzt, bis sein osmotischer Partialdruck wiederhergestellt ist. In den Geweben wird der Zucker zu CO_2 und H_2O verbrannt, die Ausscheidung durch den Harn beträgt nur 1—2 dgr. Der arteficielle Pankreas-Diabetes bedingt Polyphagie, -dipsie, -urie und Kachexie. Auch Diabetes insipidus lässt sich künstlich erzeugen. Die allen Stoffwechselkrankheiten gemeinsame Erscheinung ist die Verringerung der Oxydationsvorgänge und Funktionen im Organismus. Der Osmotherapie der Stoffwechselkrankheiten fallen demnach die folgenden Aufgaben zu:

1. die Oxydationsvorgänge im Körper zu steigern. Dies ist möglich durch die Feststellung der Funktionsänderungen der einzelnen Organe in numerischen Angaben und Beseitigung derselben durch Erhöhung resp. Erniedrigung der geänderten osmotischen Partialdrucke im Blutserum bis zur Norm (O-therapie u. a.).

2. eine Ablagerung der zirkulierenden Substanzen vom hypernormalen osmotischem Partialdrucke anzustreben (Diabetes),

3. eine Solution und Exkretion der in den Zellen abgelagerten, nicht verwertbaren Krystalloide herbeizuführen (Arthritis urica u. a.). Ermöglicht wird dieses therapeutische Verfahren durch Erhöhung, resp. Erniedrigung des Partialdruckes

der abgelagerten Substanz in der Blutbahn per os oder besser per injectionem. Naturgemäss müssen die Diffusionsverhältnisse vorerst durch eindringendes Studium aufgehellt werden.

Spezieller Teil.

Diabetes mellitus.

Die Menge der Zuckerausscheidung hat nichts mit der graduellen Diagnostik des Diabetes mellitus gemeinsam. Ich gebe an dieser Stelle einen in der I. med. Klinik der kgl. Charité zu Berlin von mir beobachteten Fall von Diabetes mellitus wieder, der nach einigen Wochen letal endete. Die Patientin wies insofern einen hervorragend interessanten, typischen Fall von schwerem Diabetes auf, als der Grammgehalt des Harns an Sacharum von seinem Prozentgehalt an Zucker abhängig ist, nicht aber mit dem Grade der Polyurie parallel verläuft, noch endlich irgend welche Beziehungen von objektiven oder subjektiven Symptomen zum Ansteigen oder Absinken der drei Kurven nachweisbar sind. Offenbar besteht in allen drei gegebenen Kurven während der Beobachtungszeit ein intermittierendes, aber stetiges (von einander unabhängiges) Anwachsen der untersuchten Zahlenwerte; indessen änderte sich der Zustand der Patientin während dieser beobachteten Zeit offenbar zur Besserung der symptomatischen Erscheinungen (Schlaflosigkeit, Appetitmangel, Hinfälligkeit, Panaritium und Augenentzündung). Aceton war trotz der Schwere des Falles stets nur in Spuren nachweisbar, sodass man seine Gehaltänderung nicht verfolgen konnte.

Dieser Fall ist an sich für die relative Unabhängigkeit der erörterten vier Faktoren beweisend, da ich ihn als konstante Erscheinung bei mittelschwerem und schwerem Diabetes mellitus häufig genug beobachtet hatte, sodass ich ihn als typisch für derartige Fälle hinzustellen vermag. Ich möchte für diese, zum ersten Male in dieser Form aufgestellten Curven die Bezeichnung »Zuckercurven« vorschlagen und sie ganz besonders bei fieberhaftem Diabetes zur Ausführung empfehlen, um die Abhängigkeit der Zuckerausscheidung von der Temperatur- und Pulszahl-Erhöhung dem Studium zugänglich zu machen. Es ist anzunehmen, dass im Fieber die Zuckerausscheidung verringert ist, da die Oxydationsvorgänge im Organismus bei Temperaturerhöhungen gesteigert werden.

Der osmotische Partialdruck des normalen Serumzuckers beträgt nach meinen Untersuchungen 48,82 mm Hg in der Norm und vermag pathologisch bis 1125 mm Hg und möglicherweise mehr sich zu steigern. Um eine Vorstellung von diesen Druckverhältnissen zu geben, möchten wir anführen, dass der normale osmotische Partialdruck des Zuckers dem Drucke einer Wassersäule von 1 qmm Querschnitt und 0,664 m Höhe, der pathologische Partialdruck aber einer Wassersäule von 15,289 m Höhe entspricht. Zum Vergleiche sei angeführt, dass im normalen Blute der Harnstoff einen osmotischen Druck von 289,98 mm Hg gleich dem hydrostatischen Drucke einer Wassersäule von 3,941 mm ausübt.

Polyurie ist keine stetige Erscheinung; sie kann in seltenen Fällen fehlen. (Teschemacher u. a.)

Diabetes insipidus.

Polyurie und Polydipsie sind die charakteristischen Symptome des Diabetes insipidus. Der Harn ist frei von Zucker und Eiweiss. Die Körpertemperatur ist häufig subnormal, die Funktionen des Organismus sind vermindert. Das spezifische Gewicht des Harns schwankt zwischen 1,001 und 1,004. Nach Senator u. a. stehen beide Diabetesformen in Abhängigkeit vom Nervensystem.

Arthritis urica.

Auffallend ist die Thatsache, dass Frauen bei weitem seltener erkranken, als Männer. Von osmologischem Interesse ist die Beobachtung, dass Traumen einen Anfall auslösen können; ich glaube, daraus folgern zu dürfen, dass entweder Hyperämie eine gewisse Rolle bei der Krystallablagerung spielt, oder dass die Entzündungserscheinungen durch die Ablagerungsstoffe sich durch mechanischen Druck zu steigern vermögen. Die erstere Annahme wird wahrscheinlicher gemacht durch Auslösung von Anfällen infolge nervöser oder psychischer Erregungen, die an sich Hyperämieen zu erzeugen vermögen. Die Harnacidität ist erhöht. Im Gichtanfall ist die Harndichte gesteigert. Einige Tage vor dem akuten Gichtanfall wird x geringer, erreicht sein Minimum im Anfalle und steigt alsdann wieder. Die Harnsäureausscheidung ist konstant herabgesetzt (Garrod und Cantani, bestritten von v. Noorden und Mordhorst, anerkannt von Pfeiffer). Den Gichtanfall erklärt Pfeiffer durch Lösung grösserer Harn-

säuremengen infolge erhöhter Alkalescenz des Serums, u. s. f., Mendelsohn durch Ausfällen der Harnsäure durch erhöhten Chlornatriumgehalt des Blutserums.

Zur Gichttherapie hat His eine Reihe physikalisch-chemischer Untersuchungen angestellt, die eine neue Richtung der Osmologie anbahnen. His untersuchte die Lösungsverhältnisse der Harnsäure und stellte die folgenden praktisch wichtigen Befunde auf:

1. Harnsäure ist in Wasser leichter löslich als in wässerigen Säurelösungen (HCl und H_2SO_4). Die Erklärung dieser Thatsachen ist in dem dissociationsvermindernden Einflusse der obigen Säuren auf Harnsäure gegeben.

2. Die Zersetzung der Harnsäure im Wasser wird bei Gegenwart starker Säuren wesentlich verringert.

3. Das Löslichkeitsverhältnis der Harnsäure in Wasser bei Zimmertemperatur ist 1 : 39480.

4. In gesättigter wässeriger Lösung sind 9,5 % der gelösten Harnsäure in H-Jonen und primäre Harnsäure-Jonen dissociiert.

5. Therapeutische Versuche, durch Alkalisalze und Diamine harnsaure Ablagerungen im Organismus zur Lösung zu bringen, sind wertlos. Auch die Anwendung von Nukleinsäure, Thyminsäure, Formaldehyd u. a. erscheint unbegründet.

6. Die Osmotherapie hat in lokalen Applikationen zur Erhöhung des Blutzuflusses, Diät und physikalischen Massnahmen zu bestehen. Harnsäurelösende Remedia sind kaum bekannt, von einiger Wirksamkeit ist Urotropin, das unabhängig von der Harnacidität ist.

7. Der Heilwert der alkalischen und lithionhaltigen Quellen beruht nicht auf ihrem Gehalte an Natriumbikarbonat oder Lithion etc. Salomon konnte Harnsäure nur in den Gichtanfällen, nicht in den Intervallen im Harn nachweisen.

Adipositas.

Das Körperfett kann unverändert abgelagert oder synthetisch aus Kohlehydraten (nicht Eiweiss) gebildet werden. Krankheiten mit verminderter Vehemenz der Oxydationsprozesse können den Fettansatz erhöhen. (Anämie u. a.) Wichtig sind die Experimentalbefunde, dass Castration den Stoffwechsel vermindert und den Fettansatz erhöht, Eierstocksubstanz-Zufuhr aber in umgekehrter Weise wirksam ist. Fettinfiltration

setzt die Organfunktion herab. Bei Adipositas ist die relative Funktion der Organe erhöht (Zikel); daher erklärt sich die typische Pulsbeschleunigung bei geringen Bewegungen. Die Schweisssekretion ist erhöht. Häufige Komplikationen sind Dyspnoe, Diabetes, Gicht, Arteriosklerose, Herzbeschwerden. Von Bedeutung für den Osmologen ist die neuere Anschauung, dass die Oertel'sche Wasserentziehung an sich keinen entfettenden Einfluss ausübt.

Neuere Osmotherapeutika.

Da wir uns bei Gelegenheit unserer klinischen und experimentellen Studien über Sauerstofftherapie eingehend mit der Chemie der Oxygen-Verbindungen beschäftigten, so standen wir nach den ersten günstigen Versuchsergebnissen alsbald vor der naheliegenden Frage, ob der Sauerstoff, dem eine wichtige Bedeutung unter den blutentspannenden Osmotherapeuticis zuzusprechen ist, nur auf dem Wege der Respiration zur therapeutischen Wirksamkeit zu gelangen vermöge, oder ob es vielleicht gelingen könne, das Sauerstoffgas in statu nascendi erst im Organismus vermittelst der Körpersekrete aus gegebenen Verbindungen abzuspalten und vom Verdauungstraktus aus seine Wirksamkeit durch Erhöhung der Oxydationsvorgänge im Darm zur Geltung gelangen zu lassen. Diesem Versuche stellten sich indessen bald so hohe Schwierigkeiten entgegen, dass wir sie als vergeblich aufgeben und späteren Studien vorbehalten mussten. Indessen gelangte eine hochwichtige Mitteilung aus den Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin im Juli 1888 »Über den Einfluss salinischer Abführmittel auf den Gaswechsel des Menschen« zu meiner Kenntnis, die deshalb von Bedeutung erscheint, weil durch die diesbezüglichen Experimentaluntersuchungen die Thatsache sichergestellt wurde, dass vom Darmtraktus aus eine Einwirkung auf den respiratorischen Gaswechsel des Menschen stattfinden könne. Somit war in der That das erste Postulat an ein wirksames Osmotherapeutikum als erfüllbar nachgewiesen worden, indem es gelang, durch ein per os gegebenes Salz direkt eine Funktionsänderung der roten Blutkörperchen im Sinne einer osmotischen Druckentspannung, also einer osmotherapeutischen Wirkung, zu erzielen. Zum Verständnis dieser Verhältnisse füge ich an dieser Stelle die interessierende Verhandlung der physiologischen Gesellschaft an. Seit langem

war die Thatsache bekannt, dass nach einer jeden reichlicheren Nahrungsaufnahme eine Steigerung des respiratorischen Stoffwechsels statthat. Inwieweit indessen die entfaltete Energie des Verdauungstraktus eine Ursache für die Erhöhung des Gasaustausches ist, und von welchen anderweitigen Bedingungen dieselbe abhängig war, hatte man noch nicht sicherzustellen vermocht. Nach den Untersuchungen von Vierordt, Speck u. a. ist der respiratorische Quotient etwa eine Stunde nach der Mahlzeit bedeutend, bis zu 25 %, erhöht. Unter den, von Zuntz und v. Mering studierten Einflüssen, welche den Gaswechsel steigern können, waren die Muskelarbeit des Verdauungsapparates, die wärmebildende Thätigkeit der secernierenden Drüsen und der Verbrennungseffekt des Kohlenstoffes im Eiweiss zu Kohlendioxyd, den besonders Fick experimentell und rechnerisch nachwies, als die Atmung unmittelbar beeinflussende Faktoren angenommen worden. Eine Reihe hervorragender Autoren versuchten alsdann, diese Verhältnisse derart zu analysieren, dass sie unverbrennliche Stoffe in Versuchen mit Tier und Mensch per os einführten und die Änderungen des respiratorischen Gaswechsels unter wachsenden chemischen Einwirkungen untersuchten. Es zeigte sich, dass in der That unverbrennliche Substanzen auf die Atmung einwirken können, und es ist das Verdienst Loewy's, durch Versuche mit dem von Zuntz angegebenen Apparate am Menschen, gewisse salinische Abführmittel als respirationsfördernde Therapeutika zuerst nachgewiesen zu haben. Diese Experimentaluntersuchungen wurden in der Weise angestellt, dass bei mehreren Personen unter strikter Ruhestellung des Körpers der Gaswechsel zunächst bei nüchternem Magen bestimmt wurde. Nach einer Eingabe von Glaubersalz wurde alsdann der respiratorische Quotient von neuem analysiert. In 10 Versuchen wurde ausnahmslos nach der Einführung der Salzlösung eine Steigerung des Gaswechsels um 7—30 % des ursprünglichen Wertes nachgewiesen. Dabei ergaben sich lebhafte Darmgefühle und eine erhöhte Peristaltik, die aber mit der sehr langsam abklingenden Gaswechselsteigerung völlig verschwanden, sobald nach einem Stuhlgange Darmruhe eintrat. Die Erklärung der gefundenen Stoffwechselsteigerung ist durch die darmanregende Wirkung der Salzlösung gegeben, wobei die Darmmuskelthätigkeit im höheren Grade als die Funktion der Darmdrüsen in Anspruch genommen wird. Da die Thatsache feststeht, dass Glaubersalzwässer ohne

Einfluss auf die Zersetzung der Albuminate bleiben, so konnte die in den Versuchen Loewy's konstatierte Mehrzersetzung nur von einem gesteigerten Zerfalle von Körperfett herrühren.

Diese günstigen Versuchsresultate ermutigten uns von neuem, unsere Nachforschungen nach einem äquivalenten Osmotherapeutikum fortzusetzen, das neben der geforderten Wirkungsweise frei von den Konsequenzen der Glaubersalz-Medikation sei. Dabei hielten wir an der, den hergeleiteten physikalischen Gesetzen entsprechenden Annahme fest, dass unter den obigen Prämissen dasjenige Osmotherapeutikum das wirksamste sein müsse, das durch eine Abspaltung von Sauerstoff im Darmkanale in doppelter Hinsicht eine osmotische Spannungserniedrigung des Blutserums und eine therapeutische Funktionsänderung der Erythrocyten ermöglichen würde. Für die diesbezüglichen Experimentalstudien gelegen kam mir eine Probe Osmosin aus der Apotheke Cisterne in Paris (rue Saint Maur). Ich unterzog im Interesse der Osmotherapie das angebotene Präparat einer osmologischen Prüfung, über die ich im Folgenden berichten werde.

Zu den Tierversuchen wurden drei gutgenährte, gesunde Kaninchen längere Zeit mit feuchtem Brot gemästet, um das Überleben der Versuchstiere trotz der Blutentziehungen zum Zwecke der Kryoskopie zu ermöglichen. Durch den Gebrauch des Pektoskopes gelang uns dieses erstrebte Ziel zum ersten Male vollkommen, während bei den ausgedehnten Aderlässen für den Beckmann-Apparat die Tiere sofort das Bild der Hinfälligkeit und verminderten Fresslust aufwiesen und nach kurzer Zeit, zuweilen schon auf der Streckbank, dahinstarben. Wir konnten bei der Anwendung des Pektoskopes nach den hierfür erforderlichen geringen Blutentziehungen beobachten, wie die Versuchstiere sich in Bezug auf Munterkeit, Fresslust und sämmtliche Körperfunktionen vollkommen normal verhielten, sodass zum ersten Male protrahierte osmotherapeutische Studien an einem Versuchstiere ermöglicht wurden. Die Experimentalergebnisse beziehen sich auf Blutserum und Normalharn.

Es wurden geprüft die Einwirkung von je einer Gewichtseinheit:

Rhabarber mit negativem Erfolge,
krystallisiertes Magnesiumsulfat mit negativem Erfolge,
künstliches sal. Carolin. mit schwach positivem Erfolge,
Natrium sulfuricum mit negativem Resultate,

Chlornatrium mit zufriedenstellendem Resultate
Osmosin mit anzuerkennendem bestem Erfolge.

Die einzelnen Medikationen wurden mit 1 gr Brotinnerem plus 1 gr Leitungswasser zu Kugeln geformt und dem Versuchstiere auf der Streckbank, **am besten im Moment des Schreiens,** in toto, per os eingegeben. Die Chlornatriumsteigerung im Blut ist nach Consequenzen der Angaben v. Korányis u. a. auf eine erhöhte Sauerstoffaufnahme der Erythrocyten zurückzuführen. Ich gebe im Folgenden die praktisch verwertbaren Versuchsergebnisse über MgO_2 wieder.

Versuch	Datum	Zeit der osmolog. Untersuchung	x	Δ	δ	K	κ
1} I	9. VIII. 01	2 Uhr nachm. Vor MgO_2	86 ccm	1,700°	0,560°	0,515%	0,509%
2} I	„	7 „ „ Nach „	54 „	2,125°	0,575°	0,780 „	0,530 „
3} II	3. IX. 01	2 „ „ Vor „	11 „	0,983°	0,565°	0,645 „	0,575 „
4} II	„	5 „ „ Nach „	14 „	1,121°	0,600°	0,790 „	0,660 „
5} III	15. IX. 01	3 „ „ Vor „	12 „	1,897°	0,583°	1,057 „	0,594 „
6} III	„	6 „ „ Nach „	16 „	1,909°	0,625°	1,245 „	0,623 „

k	Diff.	φ	a_1	p	f	g	x_1	n	v	w
0,514%	+0,005	0,660°	2,436 gr	2,580 gr	3,301	1,100	261,7 gr	0,499	3,036	1,012
0,537 „	+0,007	0,681°	1,912 „	3,132 „	2,724	1,084	199,6 „	0,468	3,696	1,453
0,587 „	+0,012	0,610°	0,180 „	1,590 „	1,524	0,982	19,1 „	0,528	1,739	1,122
0,632 „	−0,028	0,568°	0,262 „	1,610 „	1,419	0,909	26,1 „	0,485	1,852	1,197
0,583 „	−0,011	0,628°	0,379 „	3,016 „	1,794	0,982	39,0 „	0,442	3,254	1,779
0,643 „	+0,020	0,613°	0,509 „	3,131 „	1,533	1,003	48,9 „	0,425	3,054	1,998

h	q	r	u	z	A	g/f	y	Tk	Gw.	Harnbeschaffenheit
1,993	1,833	2,161	+1,140	0,006	8,185 kg	0,33	484,976	+16½°	1450 gr	Tagesharn }
1,491	1,807	2,045	+1,550	0,250	9,139 „	0,40	372,629	+15¾°	„	„ }
0,109	1,637	1,708	+0,420	0,070	0,175 „	0,64	31,651	+11½°	1250 gr	„ }
0,151	1,515	1,376	+0,521	0,130	0,377 „	0,64	45,224	+11°	„	Normalharn }
0,252	1,637	1,653	+1,314	0,463	1,524 „	0,55	69,095	+10°	1420 gr	Tagesharn }
0,310	1,671	1,610	+1,284	0,622	2,067 „	0,66	89,681	+ 9°	„	Normalharn }

Die Bedeutung der teils durch das Experiment, teils durch osmologische Stöchiometrie ermittelten Symbole ist die folgende:

x = Volumen des Harnes in ccm = Einheiten, gemessen bei t° (cf. Tk).

Δ = molekulare Konzentration des Harnes, bestimmt am Pektoskop. (Δ ist nach Alexander v. Korányi gleich

dem Gefrierpunkte einer Chlornatriumlösung, die eine prozentuale Konzentration von $p = \frac{\Delta}{0{,}602}\left(= \frac{\Delta}{\varphi_1}\right)$ aufweist.)

K = Na Cl % gehalt des Harns.

δ = molekulare Concentration des Kaninchenblutes.

Tk = Temperatur im Käfige. (Nach von Korányi von Einfluss auf die periodische Schwankung der chemischen Qualitäten von Blute und Harn beim Kaninchen. Beim Menschen sind derartige Schwankungen nicht nachgewiesen.)

Formel C. $f = \frac{\Delta}{K}$ (cf. des Kapitel: Der Quotient f.) Beim Kaninchen schwankt f zwischen den Grenzwerten 1,13 und 13,92, also viel regelloser als im Harne des Menschen. Der Quotient f wird durch Nahrung relativ stark beeinflusst; seine Schwankungen sind durch g bestimmt durch die Formel:

Formel CI. $g = \varphi_1 (2 - \frac{\varphi_1)}{f}$ worin φ_1 eine Constante ist (0,602 nach v. Korányi). Der Quotient f ist als relativer Chlornatriumgehalt des Harns zu definieren.

a = Grammgehalt des Harns an festen Stoffen. Setzt man in der Formel:

Formel CII. $a = \frac{\Delta . x}{100\ \varphi}$

statt φ die Constante φ_1 ein, so wird:

Formel CIII. $a_1 = \frac{\Delta . x}{100\ \varphi_1}$ zum Chlornatriumäquivalent des Harns.

Formel CIV. $g = \frac{\delta}{\varkappa}$ = Verhältnis der molekularen Konzentration des Blutes zu seiner prozentualen Konzentration an Chlornatrium. Die Experimentaluntersuchung des Kaninchenblutes weist Schwankungen von 0,86—1,25 auf. Der Quotient g bezeichnet den relativen Chlornatriumgehalt des Blutserums.

φ_1 = Gefrierpunkt einer 1% NaCl-Lösung in Wasser. φ ist eine mathematisch durch Integration empirischer Werte (f und g) gefundene Konstante (Baron Béla Harkányi, A. v. Korányi, Dreser u. a.). Der spezifischen Konstante φ indessen ist, wie ich nachgewiesen habe, eine vollkommen andere Bedeutung zuzusprechen:

φ = Molekulare Konzentration einer Lösung von 1 gr Sub-

stanzgemisch in 100 Volumeinheiten Wasser. Geht man von der Formel aus:

Formel CV. $\varphi = \frac{\Delta}{p}$ Harn,

so ist das bezügliche Substanzgemisch, das 1 %ig gelöst ist und das durch φ charakterisiert ist, 1 gr Harnsalze; in der Gleichung

Formel CVI. $\varphi = \frac{\delta}{p}$ Blut

stellt 1 gr Blutserumsalze das erforderliche Gemisch dar. In der Formel:

Formel CVII. $\varphi = f\left(1 - \sqrt{1 - \frac{g}{f}}\right)$

dagegen scheint 1 gr Blut-plus Harnsalze der Forderung des Substanzgemisches zu entsprechen; doch müssen erst weitere Experimentaluntersuchungen lehren, inwiefern diese Vermutung zutrifft. Das in der Untersuchungstabelle No. 3—6 notierte φ hat den aus der letzten Formel berechneten Wert einer spezifischen Harn-Blut-Konstante.

Formel CVIII. $p = \frac{\Delta}{\varphi}$ = prozentuale Konzentration des Harns an Salzen (cfr. u.).

Formel CIX. $n = \frac{100 a_r - x K}{y - x}$ (v. Korányi, Zikel) = Konzentration der während des Passierens des Blutstromes durch die Nieren zurückgehaltenen Chlornatriumlösung.

Formel CX. $k = \frac{\Delta \, \delta}{2 \varphi_1 \Delta - \varphi_1{}^2 K}$ ist der rechnerisch bestimmte prozentuale Kochsalzgehalt des Blutes $= \frac{\delta}{2\varphi - \frac{\varphi^2}{f}} = \frac{p}{2 - \frac{\varphi K}{\delta}}$

K = experimentell nach der Methode v. Korányi's bestimmter prozentualer Blutserum-Kochsalzgehalt.

Formel CXI. $v = \frac{\Delta}{\delta}$ = Verhältnis der osmotischen Spannungen von Harn und Blut.

Formel CXII. $w = \frac{K}{k}$ = Verhältnis der prozentualen Chlornatriumgehalte von Harn und Blut (Zikel).

Diff. = Differenz der stöchiometrisch und experimentell gefundenen Werte für den prozentualen Kochsalzgehalt des Blutes.

Formel CXIII. $h = a_1 - \frac{K x}{100}$ (v. Korányi, Zikel) = Menge des aus dem Harn im Vergleich zum Blute fehlenden Chlornatriums.

Formel CXIV. $q = \frac{g}{\varphi_1}$ = Chlornatriumäquivalent der im Blute gelösten festen Körper.

Formel CXV. $r = \frac{g}{x}$ = Zahl, die angiebt, welcher Bruchteil der festen Moleküle des Blutes überhaupt Natriumchlorid ist.

Formel CXVI. $u = \varDelta - \delta$ = Mass der Kraft der Nierenfunktion (v. Korányi).

Formel CXVII. $Z = K - x$ = Differenz der prozentualen Chlornatriumgehalte von Harn und Blut.

Formel CXVIII. $A = a \frac{\varDelta - 0{,}69}{0{,}3}$ = osmotische Arbeitsleistung normaler Nieren innerhalb 24 Std. (Dreser).

Formel CXIX. $x_1 = \frac{\varDelta x}{\delta}$ = Volumen diluierten Harns, dem soviel Wasser zugesetzt wurde, um $\varDelta = \delta = 0{,}56^0$ zu machen (Normaler Durchschnittswert).

Gw = Gewicht des Versuchstieres.

$f = \frac{\varDelta}{K}$ = Mass für die Zeit, die der Harn in den Harnkanälchen verweilt (cf. o.).

Die Berechnung von Harn stellt sich äusserst kompliziert dar:

Formel CXX. $A = 0{,}56 \; 122{,}7 \; [2{,}30259 \, x_1 \, (\urcorner\underline{x_1} - \urcorner\underline{x_2}) - (x_1 - x_2)]$

Bei normalen $\varDelta$ wird

Formel CXXI. $A = \frac{x_2 (\varDelta^2 - 0{,}69 \varDelta)}{183{,}9} = a \cdot \frac{\varDelta - 0{,}69}{0{,}3}$ (Dreser).

A erscheint ohne unmittelbar diagnostische Bedeutung, da der Wert in 24 Stunden zwischen 70 und 240 kg, also in sehr weiten Grenzen, schwankt.

Formel CXXII. $y = 109{,}5 \; \left(2a - \frac{Kx}{100}\right) =$ Blutmenge, welche eine den festen Molekülen des Harns äquivalente Chlornatriummenge oder dieselbe Menge chlorfreier Molekule wie der Harn enthält.

Die Deutung der in der vorstehenden Tabelle aufgestellten Untersuchungsreihen ist die folgende:

Die molekulare Konzentration des Blutes und Harns wird bedeutend gesteigert. Der Kochsalzgehalt geht relativ sehr hohen Werten entgegen, ein Beweis, dass in der That eine erhöhte Chlornatriumausscheidung aus den Erythrocyten infolge der per

os gegebenen Medikation stattfindet. Dieser Befund ist ein strikter Beweis für eine erhöhte Sauerstoffaufnahme des Blutes. Wir sind demnach gezwungen, das Präparat unseren Osmotherapeuticis würdig an die Seite zu stellen, da es die osmotische Blutspannung ausserordentlich zu steigern vermag. Wir vermochten die wichtige Eigenschaft festzustellen, dass sein therapeutischer Effekt präzis innerhalb 2—3 Stunden eintritt und während einiger Stunden, unvermindert durch die Zellabscheidung, anhält, — ein Erfolg, den wir nur dem mächtigsten unserer bisherigen Osmotherapeutika, dem komprimierten Sauerstoff, nachrühmen dürfen. In gleicher Weise wurde durch die Wirkung des untersuchten Präparates die Chlornatriumausscheidung der Nieren erhöht, aber, wie ein Vergleich der Versuchsresultate ergiebt, nicht in so ausgiebiger Weise, dass die Kryoskopie des Blutes eine sinkende Wertskala für δ ergäbe, die wir leider häufig genug bei unseren Studien über die Sauerstofftherapie feststellen konnten. Die Differenz zwischen den stöchiometrisch und experimentell gefundenen Werten von k und $\varkappa$ ist geringer, als man im allgemeinen angenommen hat. Es deckt sich dieser Befund mit dem v. Korànyischen Gesetze des osmotischen Gleichgewichtes im Organismus. Der prozentuale molekulare Gehalt von Blut und Harn wird durch die vorliegende Medikation gesteigert. Auffallend und von therapeutisch günstiger Bedeutung ist die konstante Verringerung des Quotienten $f = \frac{\Delta}{K}$. Die Kraft der Nieren wird erhöht, und die wachsende Funktion dieser Exkretionsorgane ergiebt, wie zu erwarten ist, eine gesteigerte osmotische, renale Arbeitsleistung. Der Diffusionscoefficient des Osmosin ist nach meinen Untersuchungen infolge der Löslichkeitsverhältnisse und des ziemlich hohen Molekulargewichtes ein nicht sehr hoher; zweifellos wird er aber durch Anwesenheit anderer Solubilien wesentlich erhöht. Aus diesen Erwägungen ergiebt sich die Indikation, dass es vorteilhaft mit löslichen Stoffen gegeben wird. Der Wert als Zusatz zu Nährpräparaten, wie sie in löslichem Eiweiss, Milchzucker, Caseinpräparaten und anderen Nährstoffen gegeben sind, ist anzuerkennen, und es würde für die Zukunft dieses wirksamen Osmotherapeutikums von grosser Bedeutung erscheinen, wenn eine unserer grossen chemischen Fabriken sich entschliessen würde, das Präparat nach sorgfältigen pharmakologischen Studien der Dosierung und nach genauen Prüfungen der speziellen Indikationen, zum Zwecke einer sach-

gemässen Verbindung mit Nährstoffen in den fabrikmässigen Betrieb mit einzuschliessen.

Für den freundlichen Beistand bei den chemischen Konstitutionsbestimmungen des Präparates möchte ich an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Böttger meinen ergebenen Dank aussprechen. —

XXV. KAPITEL.

Kryoskopische Technik.

Zusammenstellung des Apparates.

Die korrekte Aufstellung kryoskopischer Apparate ist in ihrer Wichtigkeit für das Gelingen der Versuche nicht zu unterschätzen und bedarf zu ihrer tadellosen Ausführung strikter Übung. Die erforderliche technische Geschicklichkeit zur richtigen Einstellung aller Einzelteile und das sofortige Überblicken des Apparates und Erkennen jeder kleinsten Störung seiner Funktionen, die auch während des Versuches eintreten kann, sind für den Anfänger nicht allzu leicht zu erlernen. Man übe sich im Auseinandernehmen und raschen Zusammenstellen des Apparates und gewöhne das Auge daran, eine nicht parallele Lage der Glascylinder, eine falsche Stellung der Hähne, eine zu grosse oder zu geringe Schnelligkeit des Rührens etc. sogleich zu erkennen. Ist das Pektoskop einmal richtig zusammengestellt, so ist bei einiger Aufmerksamkeit des Geübten ein Misslingen des Versuches, also das Vorkommen eines ungenauen Resultates (im Gegensatze zu allen bisherigen Gefrierpunkts-Apparaten) vollkommen ausgeschlossen. Aber es ist dringend zu betonen, dass das notwendige technische Verständnis des Pektoskopes nicht schon nach zwei bis drei Versuchen errungen werden kann, ebenso wie die mikroskopische Technik zu ihrer Ausbildung viel Arbeit und Geduld erfordert.

Wie gewaltig viel eine fortgesetzte Übung speziell in der kryoskopischen Technik vermag, beweisen die Ergebnisse vieler Forscher auf diesem Gebiete, die den Anspruch auf Brauchbarkeit (wenn auch nicht absolute Korrektheit) und wissenschaftlichen Wert zu machen berechtigt sind, obgleich die meisten dieser Beobachtungen mit den alten Apparaten von Beckmann gemacht worden sind, der mit nachweisbarer Sicherheit schon nach

wenigen Versuchen durch geringe Verschiebung seiner in Kork gefassten Einzelteile ungenaue Resultate ergiebt. Bei diesen Forschern haben Instinkt, Erfahrung und Beobachtung die angegebenen Fehler durch sofortige Korrektion bei ihrem Auftreten vermeiden gelehrt und annähernd korrekte Resultate gezeitigt. Indessen habe ich bisher keine einzige kryoskopische Arbeit, gleichgültig, ob sie in der Form einer kurzen Mitteilung oder eines ausgedehnten Werkes erschien, eine ununterbrochene Reihe unwiderleglicher Ergebnisse gefunden; überall lassen sich, zuweilen hintereinander folgend, zuweilen durch drei bis vier annähernd richtige Resultate unterbrochen, eingeschlichene Fehler nachweisen, die — ich möchte sagen — fast gesetzmässig nach mehreren Versuchen am Beckmann-Apparate auftreten. Über die wissenschaftliche Unbrauchbarkeit des von Dr. Friedländer angegebenen Gefrierpunkts-Bestimmungsapparates sind die ärztlichen Meinungen zu einig, als dass sie an dieser Stelle besonders betont zu werden brauchte. Dieses für Chemiker etc. nicht unpraktische kleine Instrument ist wohl von dem sonst so produktiven Autor mehr für rasche Orientierung als genaue Untersuchungen vereinfacht worden.

Die Pektoskope werden für den Transport in ihre Einzelteile zerlegt und diese sorgfältig für sich verpackt. Beim Empfange ist höchste Vorsicht während des Herausnehmens der Einzelteile aus ihren Umhüllungen wegen der Zerbrechlichkeit der Glasteile u. a. anzuraten. Es ist unter allen Umständen zu empfehlen, den Apparat nicht sofort nach der Enthüllung jedes einzelnen Teiles zusammenzusetzen. Man lege vielmehr die von ihren Hüllen befreiten und mit einem trockenen Tuche gut gereinigten Einzelteile vollzählig nebeneinander auf den Tisch und beginne dann erst mit der sachgemässen Zusammenstellung, die streng gemäss den folgenden Anweisungen auszuführen ist. Vor dem Reinigen der Einzelteile und der Aufstellung des Pektoskopes untersuche man jeden Teil des Apparates nach der unten gegebenen Vorschrift auf seine Brauchbarkeit und Vollständigkeit. Über die Behandlung der Einzelteile mögen vorerst einige praktische allgemeine Bemerkungen Beachtung finden.

Alle Nickelteile bedürfen nicht des Putzens, sondern es genügt, nach dem Gebrauche des Apparates sie trocken zu polieren. Nach Möglichkeit vermeide man ein unnötiges Anfassen dieser Teile. Die gläsernen Bestandteile des Pektoskopes werden wie

chemische Glasgerätschaften behandelt, müssen aber nach dem Versuche mit klarem Wasser ausgespült und ausserordentlich sorgfältig innen getrocknet werden. Auch das Thermometer und der Innenrührer sind nach jeder Untersuchung auf diese Weise von anhaftenden Substanz- oder Wasserteilchen zu säubern. Jeder Teil des Pektoskopes muss möglichst unbeweglich fest im anderen sitzen, doch hüte man sich beim Zusammensetzen und Auseinandernehmen vor zu raschem und allzufestem Eindrücken der Bestandteile ineinander, da sonst möglicherweise die Glasteile platzen würden. Bei stets sorgfältiger Behandlung und sachgemässer Anwendung des Apparates ist indessen das Pektoskop unbegrenzt gebrauchsfähig und die zulässige Erneuerung der Einzelteile vollkommen unnötig. Zerbricht durch eine fatale Zufälligkeit ein Einzelteil, so sende man statt jeder Beschreibung und Ausmessung den Teil selbst an das technische Institut, das ihn nach kurzer Zeit zurückbefördert. Bei der Verpackung wird der Apparat in 16 Einzelbestandteile zerlegt, deren ein für allemal feststehende Namen man sich zur bequemeren Orientierung und Unterscheidung einprägen möge:

A) 1 Aussencylinder (= grosser Glascylinder mit breitem Glasfusse und Tubus).

B) 1 Gefässdeckel (= grosser, vernickelter Metalldeckel mit Aufschrift: Pektoskop etc. Enthaltend:

- *α*) 1 Innencylinder, bestehend aus:
  1. 1 Hartgummi-Ansatz von der Metallcylinder-Einfassung des Gefässdeckels unten umschlossen,
  2. 1 Schlauchansatz (= Metallröhrchen seitlich im Hartgummicylinder)
  3. 1 Glascylinder-Ansatz
- *β*) 1 Trichter (= Metalltrichter mit Trichterdeckel und Deckelknopf)
- *γ*) 2 Klemmen (= feststehende, hohe, elastische Metallklemmen)
- *δ*) 1 Stativöffnung (= Öffnung im Gefässdeckel für das Stativ des Uhrwerks)
- *ε*) 2 Hartgummituben (= Öffnungen für Aussenthermometer und Aussenrührer)

C) 1 Rührmechanismus, enthaltend:

- *α*. 1. Stativ mit Schraube

β. 1 Schlüssel (nicht abnehmbar, zum Aufziehen des Uhrwerks).

γ. 1 Windfang (Rotierende Regulierungsvorrichtung mit 2 durch Schrauben verstellbaren Flügeln.

δ. 1 Bremse zum sofortigen Anhalten des Uhrwerks.

ε. 1 Zahnrad.

χ. 1 Hebel (= ungleicharmiger, zweiarmiger Hebel).

η. 1 Übertragung (= Metallstäbchen zur Verbindung von Hebel und Innenrührer).

D. 1 Hartgummi-Einsatz (-Hartgummicylinder, in den Innencylinder einzusetzen).

E. 1 Untersuchungsglas (= unten geschlossenes langes reagensglasartiges Glasgefäss. Das Glas hat drei verschiedene Durchmesser, die 3 Abschnitte bedingen:

α. die Verjüngung (= unterster Glasteil; für die Untersuchungsflüssigkeit).

β. der Mittelteil.

γ. der Oberteil (= oberer, breitester Glasteil). Der Mittelteil trägt

δ. den Glastubus mit Weichgummipropfen. Der Oberteil trägt

ε. 1 Hartgummiring.

F. 1 Hartgummi-Propfen (= Hartgummi-Füllung des Oberteiles, mit 2 Durchbohrungen für Innenthermometer und Innenrührer versehen).

G. 1 Innenthermometer (= grosses Thermometer).

H. 1 Aussenthermometer (= kleines „)

I. 1 Innenrührer, bestehend aus

α. 1 Rührstab (= Aluminiumstab).

β. 1 Platinschleife (= unten gebogener Platindraht), und

γ. 1 Ansatz (= auf dem Rührstab verschiebliches Metallröhrchen mit Befestigungsschraube und einknickbarem Armansatz für die Übertragung).

K. 1 Aussenrührer (= grosser Metallrührer).

L. Lufthahn (= kleiner vernickelter Metallhahn, mit 1 Gummischlauch auf den Schlauchansatz hinaufzuziehen).

M. 1 Gebläse (für den Lufthahn), bestehend aus:

α. 1 Gummiball.

β. 1 Saugventil.

γ. 1 Reservoir.

N. 1 Lupe mit Thermometerklemme.

O. 1 Wasserhahn (= grosser, vernickelter, in den Aussencylindertubus eingeschliffener Hahn).

P. 1 Ringklemme mit Schraube (zum Befestigen des Wasserhahnes am Aussencylindertubus [Vorsicht!])

Q. 1 Schale (aus schwarzem Papiermaché mit Einschnitt für den Wasserhahn.)

Nachdem die Einzelteile auf ihre Vollständigkeit geprüft sind, untersuche man ihre Funktionsfähigkeit nach folgendem Schema:

A darf keinen Sprung, besonders nicht im Tubus, aufweisen.

C muss regelmässig, nicht intermittierend oder arythmisch gehen.

G und H dürfen keine abgetrennten Quecksilberfäden aufweisen. Anderenfalls vereinige man dieselben durch Erwärmen und vorsichtiges Klopfen.

I β soll unbeweglich fest an α sitzen.

γ muss durch Schrauben nach rechts unveränderlich fest α umgreifen.

L lasse bei geschlossenem Lufthahn die eingeblasene Luft nicht heraus.

M α hat bei Verschluss von β durch Fingerdruck die eingedrückte Form unveränderlich beizubehalten. Wird das freie Schlauchende von γ zugehalten, so bläht sich nach einer Zusammen pressung von α das Reservoir γ auf (Vorsicht!).

N sei auf G leicht verschieblich.

O ist mittelst Durchblasen, analog dem Lufthahne, zu prüfen.

Nunmehr gehe man an die Zusammenstellung des Pektoskopes gemäss der folgenden Anweisung:

Zunächst schraube man C α fest an B δ an und ziehe von unten her K durch das, dem Trichter zunächst liegende B ε. B wird nun vorsichtig auf A aufgesetzt und so orientiert, dass der Name »Pektoskop« senkrecht über dem Tubus A zu stehen kommt. Daraufhin befestige man O an Tubus von A vorsichtig in folgender Weise: Man setze O fest in den Tubus ein und lege P um den Tubus, die Schraube nach oben gerichtet. Die Schraube wird links vom Beschauer her in die Ringklemme eingedreht und wird in nach dem Beschauer zu gerichteten Rotationen (von oben nach unten) vorsichtig straff, aber nicht allzu fest ange-

zogen, damit der Tubus durch den heftigen Druck nicht platzt. Nach einmaliger Befestigung bedarf der Wasserhahn nicht mehr der Abnahme vom Tubus. O ist geschlossen, wenn der Hahn senkrecht zur Leitungsröhre steht. Sobald P nicht mehr um den Tubus drehbar ist, genügt die Befestigung von O. Alsdann setze man A in Q und senke O in den Einschnitt von Q ein, O und Einschnitt dem Beschauer zugewandt. Alsdann ziehe man L über das vom Beschauer abgewandte Bα2 und lege L nach rechts, zwischen K und Bβ um den ganzen Deckel herum. Hierauf befestige man den Lufthahn, indem man ihn von oben her in die Mitte von Bγ hineinpresst. Nunmehr senke man G in das linke Bε ein und richte die Skala dem Beschauer zu.

Man setzt nun D ohne Drehung in Bα1 ein und füge in D das Glas E, Eδ nach dem Beschauer zu orientiert, jedoch nach rechts abweichend.

Nunmehr lockere man Iγ durch Drehen der Schraube nach links, ziehe γ von α ab, ziehe α durch die kleinere Öffnung F von unten her ein und befestige Iγ wieder auf Iα durch Drehen der Schraube nach rechts, jedoch dergestalt orientiert, dass, wenn man Iβ an die grosse Öffnung heranzieht und mit dem Daumen der linken Hand an sie andrückt, beide Öffnungen und der Armansatz genau in der Medianebene zu liegen kommen und die kleine Öffnung und der einknickbare Armansatz vom Beschauer abgewandt sind, letzterer also durch Iγ verdeckt ist. In dieser Stellung setze man auch F in E ein. Nunmehr stecke man den ausgestreckten Armansatz in die Öffnung von Cη und knicke ihn zur Befestigung ein. Die Höhe, in der Iγ auf Iα eingestellt werden muss, ist so bestimmt, dass der auf Iα eingeschnittene Strich gerade noch unter Iγ sichtbar sein soll. Diese präzise Einstellung der »Ruhehöhe« ist, wie ich unten nachweisen werde, von hoher Wichtigkeit für die Zuverlässigkeit der erzielten Resultate.

Man ziehe nun N von der Quecksilberkuppe her auf G und senke G in F, die Skala genau parallel dem Beschauer eingestellt. Zuletzt mag M links an den Lufthahn von L angesetzt werden. Vor Beginn des Versuches hat Cδ das Funktionieren von C durch Verschiebung des seitlich angebrachten Knopfes nach vorn zu verhindern.

Es ist nachdrücklich davor zu warnen, den Apparat leicht zusammenzustellen und dann ein präzises, vorwurfsfreies Resultat

zu erwarten. Nur durch eine gewissenhafte vorschriftsmässige Aufstellung des Apparates und durch strenge Beachtung jeder einzelnen technischen Regel sind absolut korrekte Ergebnisse zu erwarten. Darin eben liegt der fundamentale Unterschied zwischen dem Pektoskope und dem von Beckmann zuerst angegebenen Apparate, dass das Pektoskop durch eine korrekte Technik völlig genaue Resultate zu erzwingen vermag, während der Beckmann-Apparat an sich aus den erörterten physikalischen Gründen eine Quelle von sich summierenden Fehlern darstellt, die in der Konstruktion des Apparates liegen und auch bei genauer Befolgung der Technik durch keinen Kunstgriff stets zu vermeiden sind.

Die Technik des Pektoskopes ist bei einiger Sorgfalt und Übung nicht allzu schwer zu erlernen; ich vermag das in seine Bestandteile zerlegte Pektoskop in der kurzen Zeit von $1^1/_2$ Minuten vollkommen einwandfrei aufzustellen, und jeder Kryoskopiker, der vornehmlich sein Auge im sofortigen Erkennen der unrichtigen Einstellung irgend eines Einzelteiles übt, wird bald zu derselben flinken Beherrschung seines Apparates gelangen.

Der kryoskopische Vorversuch.

Es ist empfehlenswert, vor der Anstellung einer grösseren Versuchsreihe sich von der Funktionsfähigkeit des Pektoskopes zu überzeugen. Dieser anzuratende Vorversuch weicht also prinzipiell von dem Beckmannschen Vorversuche ab, nach dem man vor Beginn der kryoskopischen Untersuchung einer gegebenen Substanzlösung zunächst das Beckmannthermometer auf den Gefrierpunkt des destillierten Wassers »einzustellen« hat. Beim Beckmann-Apparate sind also zu einer kryoskopischen Untersuchung zwei kryoskopische Versuche notwendig. Diese doppelte Untersuchung birgt an sich einen doppelten Versuchsfehler in sich, der noch durch die im Kapitel »Das Beckmann-Thermometer« genauer erörterten hinzutretenden Untersuchungsfehler vielfach verstärkt wird. Der Beckmannsche Vorversuch wird aus wissenschaftlichen und praktischen Untersuchungen völlig ausgeschaltet werden müssen. — Der anzuratende Vorversuch beim Pektoskope ist ungemein einfacher, da er nur aus einer Füllung von A mit Leitungswasser besteht. Er bezweckt nur, dem Experimentator die Sicherheit zu geben, dass das Pektoskop richtig aufgestellt ist, und dass alle Bestandteile ordentlich arbeiten.

B sei durch O geschlossen (Hahn rechts oder links). Man fülle B durch Bβ mit Leitungswasser. Nun öffne man L und treibe durch M die Luft aus Bα, schliesse aber M sofort, wenn Luftblasen aus Bα treten. Steigt nach einiger Zeit die geringe Wasserschicht in Bβ nicht, so ist die Hartgummidichtung als vollkommen anzusehen. Steigt aber die Wassersäule langsam höher, so ist entweder E nicht dicht in D, oder D nicht dicht in Bα eingesetzt. Alsdann fette man zur Sicherheit E und D mit möglichst festem Talg ein, und die Dichtung ist mit Sicherheit wiederhergestellt, was man durch Wiederholung des Vorversuches bestätigen kann. Alsdann verschiebe man den Apparat bis an den Tischrand vor und lasse das Wasser durch O in einen untergestellten Eimer ab. Der Vorversuch ist alsdann beendet.

Man lasse C einen Augenblick wirken, indem man nur den Knopf von Cδ zurückzuschieben braucht, und achte auf einen regelmässigen, nicht zu schnellen Gang des Innenrührers. Die Thermometerskalen seien unter sich parallel.

Zum Verständnis des Apparates und seiner physikalischen Bedeutung gehen wir nunmehr zur wissenschaftlichen Begründung des Pektoskopes und seiner Einzelteile über, wobei wir eine vergleichende Parallele zwischen dem alten Beckmann-Apparate und dem neueren Pektoskope zu ziehen gezwungen sind. Wir werden durch Herleitung der physikalischen Gesetzmässigkeiten der Kryoskopie und ihrer Konsequenzen den Beweis erbringen, dass auch nicht ein einziges Teilchen den Beckmann-Apparat zusammensetzt, das nicht bei einer kritischen Würdigung seiner Funktion einer prinzipiellen Änderung bedurfte, und dass jede einzelne Änderung wohlbedacht nur zum Zwecke der Präzisierung der Resultate, nicht aber aus äusserlichen Gründen (etwa zur bequemeren Handhabung, rascheren Erzielung der Resultate etc.) vorgenommen werden musste. Es würde für ein geringes Verständnis der Bedeutung des Pektoskopes zeugen, wenn man nach oberflächlicher Ansicht des Apparates das unbegründete Urteil abgeben wollte, dass dem Uhrwerk etwa die Aufgabe zugedacht sei, das mühevolle, oft sehr lange Rühren beim Beckmann-Apparate durch einen bequemen Mechanismus zu ersetzen, oder dass das Thermometer wie beim Friedländerschen Apparat den Beckmannschen ziemlich mühevollen Vorversuch (wegen der darauffolgenden peinlich sauberen Trocknung des Untersuchungsglases etc.) ersparen, also nur Zeit

gewinnen lassen solle. Solchen unrichtigen Anschauungen ist von vornherein entgegenzutreten, und es ist nicht zu fürchten, dass ein gewissenhafter Forscher, der in eine Sache einzudringen und ihren Wert zu würdigen sucht, ehe er sie beurteilt, einer so oberflächlichen Meinung seine Anerkennung zusagen wird. Jede Neuerung des Pektoskopes ist einzig und allein dem Zwecke gewidmet, das Resultat von Untersuchungsfehlern zu befreien und im Pektoskop einen wissenschaftlichen Präzisionsapparat darzustellen. In der That hat sich gezeigt, dass diejenigen Forscher, die den Wert einer funktionellen Pathologie neben der anatomischen, die den Wert der Osmologie neben der Mikroskopie anerkennen, auch die Bedeutung des Pektoskopes als grundlegendes, diagnostisches Instrument für den Arzt und den Gelehrten anerkennen, und die klangvollen Namen dieser Männer sichern die Zukunft des Pektoskopes und vor allem die Zukunft der Osmologie.

Ich habe diese Betrachtungen der Beschreibung des pektoskopischen Vorversuches angeschlossen, weil gerade durch die Ausschaltung des Beckmannschen Vorversuches, der beim Beckmann-Apparate unentbehrlich ist, eine nicht zu unterschätzende Versuchsfehler-Verdoppelung beim Pektoskope in Fortfall kommt.

XXVI. KAPITEL.

Wissenschaftliche Begründung des Pektoskopes.

Der Rührmechanismus.

Das Uhrwerk des Pektoskopes ist neben der Form des Untersuchungsglases wohl als wichtigste kryoskopische Neuerung anzusprechen. Die Einführung des Rührmechanismus bedingt die Festlegung zweier bisher unbeachteter Begriffe, der Rührgeschwindigkeit und der Rührhöhe. Unter dem Begriffe der Rührgeschwindigkeit hat man die in der Zeiteinheit erfolgende Anzahl von Hebungen und Senkungen des Innenrührers zu verstehen. Unter der Rührhöhe fasst man die Distanz zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande der Platinschleife auf. Das Minimum der Rührgeschwindigkeit ist Null, d. h. die von vielen Forschern vertretene Rührpause, die nach der Meinung

dieser Autoren ein- oder mehrere Male während des Versuches eintreten darf. In diesen Rührpausen ist naturgemäss auch das Minimum der Rührhöhe gleich Null gegeben. Das Maximum der maschinentechnisch erreichbaren Rührgeschwindigkeit, ohne dass die Flüssigkeit im Untersuchungsglase verschleudert wird, ist nach meinen Versuchen im technischen Institute auf 12 anzuschlagen, wenn die Rührhöhe gleich der Flüssigkeitshöhe ist. Die beim Maximum der Rührgeschwindigkeit erzielten kryoskopischen Resultate von φ_1 sind konstant um 4 Tausendel zu hoch. Eine Erklärung dieser Thatsache vermag nicht mit genügender Sicherheit gegeben zu werden. Möglicherweise erzeugt die durch die starke innere Strömungsgeschwindigkeit geleistete Arbeit die erforderlichen Wärmeeinheiten, die beim Emporschiessen des Quecksilberfadens zu den hinzutretenden Kalorieen sich addieren und wegen der Kürze der Zeit nicht mehr entzogen werden können. In dem Kapitel »Theorie der Kalorieen« habe ich die auf diese Betrachtungen bezüglichen Hinweise ausführlicher rechnerisch ausgeführt.

Bei der einmaligen Einführung des Minimums der Rührgeschwindigkeit während des Versuches ändert sich das kryoskopische Resultat je nach dem Zeitpunkte der eintretenden Rührpause, indem es um 3 bis 14 Tausendel zu niedrig ausfällt, je nachdem die Rührpause beim Beginne oder gegen das Ende des Versuches angesetzt wird. Eine Erklärung dieser Erscheinung bietet ungemein geringere Schwierigkeiten, als die Erhöhung des Resultates beim Rührgeschwindigkeits-Maximum. Es erscheint fast zweifellos, wenn man nur die in der Theorie der Kalorieen angeführten zwei physikalischen Grundsätze anerkennt, dass bei einer Rührpause eine grössere Anzahl von Kalorieen der Untersuchungsflüssigkeit entzogen werden, als bei gleichmässiger Bewegung des Innenrührers. Durch den Vorgang des Rührens werden nämlich die in der Substanzlösung vorhandenen Kalorieen gleichmässig in der Flüssigkeit verteilt, während der Rührpause ist die Flüssigkeitsschicht, welche die grösste Zahl austauschbarer Kalorieen enthält, die oberste. Je grösser die Temperaturdifferenz zwischen zwei Medien ist, umso mehr Kalorieen giebt das Medium höherer Temperatur an das kältere Medium ab. Infolge der Rührpause werden also die oberen Flüssigkeitsschichten mehr Kalorieen an den umgebenden Luftmantel abzugeben imstande sein, als bei einer gleichmässigen Mischung der gesammten

Flüssigkeit entzogen werden, da die Umgebung des Untersuchungsglases der im Verhältnis zur Dicke relativ geringen Oberfläche der Flüssigkeit (bezüglich des Kaloriengehaltes ist nämlich Quecksilberkuppe und Untersuchungsflüssigkeit als einheitliche Flüssigkeit aufzufassen, deren Durchmesser also gleich der Summe beider Durchmesser ist) nicht eine so grosse Zahl von Kalorieen zu entziehen vermag, wie einer plötzlich zu Tage tretenden wärmeren Schicht.

Dass in der That die Erzielung eines zu geringen Resultates bei einer Rührpause auf einer Entziehung einer unbekannten Anzahl von Kalorieen aus der Substanzlösung beruht, geht aus der Beobachtung hervor, dass der Versuchsfehler annähernd proportional der Dauer des Rührminimums steigt. Die nähere Begründung dieser Angaben ist aus den angeschlossenen diesbezüglichen Versuchen zu ersehen.

Aus den angeführten Thatsachen ergiebt sich die wichtige Konsequenz, dass die Rührgeschwindigkeit beim Kryoskopieren durchaus nicht, wie man bisher unbedenklich annahm, ohne Einwirkung auf die erzielten Ergebnisse bleibt, sondern dass ausserhalb gewisser Grenzen eine veränderte Rührgeschwindigkeit ein verändertes Resultat erzielen lässt. Eine möglichst in engen Grenzen schwankende Konstanz der Rührgeschwindigkeit war also das nächstliegende Prinzip zur Konstruktion eines kryoskopischen Präzisionsapparates, und dieses Prinzip hat seinen Ausdruck und seine Lösung im Mechanismus des Pektoskopes gefunden. Von hervorragendem Interesse für kryoskopische Untersuchungen ist die Beeinflussung der Versuchsergebnisse durch die Veränderung der Rührhöhe ausserhalb bestimmter Grenzen. Diese Beobachtung findet indessen nur bei gewissen Klassen von Stoffen ihre Bestätigung, nämlich 1. bei leicht oxydierbaren Substanzen, 2. bei solchen Substanzlösungen, die durch Sauerstoff (oder Stickstoff-) Einwirkung leicht verändert werden können, und 3. bei schwer mischbaren Emulsionen oder Aufschwemmungen schwer oder garnicht im Lösungsmittel auflösbarer Substanzen. Allein gerade bei ärztlichen Untersuchungen zeigt es sich, dass nicht selten die Untersuchungsflüssigkeit einer oder mehrerer der angeführten Stoffgruppen angehört. Ein Beispiel hierzu bietet das nicht zentrifugierte Blut dar, das der zweiten und dritten Gruppe anzureihen ist. Hierher gehören auch mehrere Substanzlösungen, die für die therapeutische Diagnostik

von besonderem Interesse zu werden versprechen und in dieser Disziplin ausführlicher ihre Würdigung finden werden. Als normale Rührhöhe hat man die Höhe der Untersuchungsflüssigkeit zu bezeichnen, die allein für alle Substanzlösungen und alle äusseren kryoskopischen Bedingungen als die korrekteste, das Resultat nicht beeinflussende Hubhöhe des Innenrührers anzusprechen ist. Eine subnormale Rührhöhe beeinflusst das Resultat besonders stark bei Untersuchungen von Substanzen der dritten Gruppe in nachteiliger Weise, derart, dass das Ergebnis des kryoskopischen Versuches ein zu geringer Zahlenwert ist. Eine bestimmte Zahlenangabe von Maximum und Minimum ist in diesem Falle nicht bestimmbar, da die Versuchsresultate je nach der Beschaffenheit der Substanzlösungen in den weitesten Grenzen schwanken. Eine subnormale Rührhöhe wirkt also analog einer zu geringen Rührgeschwindigkeit auf das Resultat ein, nur ist die letztere Wirkung genauer als die erstere präzisierbar. Wir erzielen demnach bei geringer Rührhöhe die Bestimmung eines niedrigeren Gefrierpunktes, als der untersuchten Substanzlösung in der That entspricht. Die Erklärung dieser wichtigen Beobachtung ist die Wirkung derselben Ursache, wie sie bei einer zu geringen Rührgeschwindigkeit einen zu tiefen Gefrierpunkt bedingt. Die Flüssigkeit wird bei subnormaler Rührhöhe ungleich gemischt und sondert wärmere Schichten aus, denen eine grössere Anzahl von Wärmeeinheiten entzogen werden, als der gleichmässig gerührten Lösung. Bei der Lösung eines Stoffes der dritten Gruppe wird diese Fehlerquelle naturgemäss die grösste sein und nicht unwesentlich auf das Ergebnis im oben angeführten Sinne einwirken. Vollkommen andere Verhältnisse treten aber bei den gefrierenden Substanzen aller drei Gruppen ein, wenn die Rührhöhe eine zu grosse, eine übernormale ist.

Bekanntlich beruht die Erscheinung des Schaumschlagens auf einer innigen Mischung der kleinsten Flüssigkeitsteilchen mit reichlichen Luftmengen. Durch einen beliebig geformten Stab werden nämlich infolge des Schlagens der Flüssigkeit (= Rasches Herausheben und Einsenken des Stabes) sowohl Luftteilchen in dieselbe hineingerissen, als auch Flüssigkeitsteilchen in die umgebene Luft für kurze Zeit emporgezogen und so gewissermassen mit Luft geschüttelt.

Eine direkt analoge Einwirkung auf eine Flüssigkeit weist eine übernormale Hubhöhe des Rührers auf. Man kann diese

Thatsache darin bestätigt finden, dass beim häufigen Herausheben des Rührers aus der Flüssigkeit eine äusserst reiche Schaumbildung eintritt, die als ein sicheres Zeichen einer Durchmischung der Flüssigkeit mit Luft aufzufassen ist. Daraus ergiebt sich die beachtenswerte Schlussfolgerung, dass aus Substanzlösungen, die durch den Sauerstoff der Luft verändert werden können, der Rührer unter keinen Umständen während des kryoskopischen Versuches herausgehoben werden darf, die Rührhöhe also eine ganz bestimmt abgemessene sein muss. Präziser aber als durch die maschinell abgemessene Rührhöhe des Pektoskopes konnte dieses für die angeführten Substanzen hochwichtige Prinzip wohl kaum eine Lösung finden.

Von besonderem Interesse ist das Verhalten des nicht zentrifugierten Blutes im Untersuchungsglase in Beziehung zur angewandten Rührhöhe.

Das Blut weist unter keinen Versuchsbedingungen denselben Gefrierpunkt auf, wie sein Serum, — eine auffällige Thatsache von hervorragender Bedeutung, da sie der bisher allgemein gültigen Annahme widerspricht. Wir möchten jedoch, ehe wir an die genauere Ausführung dieser Ergebnisse herantreten, an dieser Stelle eine Bemerkung von allgemeiner Gültigkeit einschalten, die wir für das Verständnis dieser Untersuchungen für wichtig halten.

Naturgemäss ist die Differenz zwischen den Gefrierpunkten, die wir zwischen Blut und Serum nachweisen können, absolut gemessen, eine geringe. Denn selbst eine Einwirkung des Sauerstoffes der Luft vermag infolge der geringen Chlornatriumausscheidung aus den Zellen den Gefrierpunkt des Serums nicht sehr bedeutend herabzudrücken. Als Maximum dieser Differenz ist je nach der Dauer des Versuches auf 1 bis 2 Hundertel Grad aufzufinden. Aber wir möchten dringend darauf hinweisen, dass Versuchsfehler überhaupt, soweit es irgend wie möglich ist, vermieden werden müssen, wenn die Ergebnisse wissenschaftliche und praktische Verwendbarkeit beanspruchen wollen.

Nehmen wir an, ein Forscher bestimme irgend einen Gefrierpunkt auf $\times$ — 6 Hundertel Grad, wobei $\times$ den thatsächlichen Wert bedeute, dass also dieser Autor die zu wenig erhaltenen 6 Hundertel Grad »vernachlässige«. Wir werden es oft genug nachzuweisen vermögen, dass ein anderer Forscher bei der Unter-

suchung desselben Objektes mit der gleichen inobjektiven Vernachlässigung alsdann $\times$ + 6 Hundertel Grad als Gefrierpunkt erhalten kann. Beide werden ihre Ergebnisse als praktisch verwertbar halten, da ja die gefundenen Werte innerhalb der zulässigen Fehlergrenze liegen. Die Differenz der angenommenen Resultate der beiden Autoren ist nun aber 12 Hundertel Grad. Diese Differenz bedeutet aber in den allerhäufigsten Fällen die Differenz zwischen Normalem und Pathologischem, die oft schon viel enger begrenzt ist! Während der eine Autor also unentwegt, nehmen wir an eine Nierenoperation auf Grund seiner Blut- und Harnuntersuchung unternehmen und dadurch natürlich im supponierten Falle einen fatalen, unbewussten Kunstfehler begeht, wird der andere sein Ergebnis bei demselben Patienten in der Litteratur zu den normalen Befunden gerechnet finden und von einer Operation abstehen etc. Speziell in der Osmologie, in der die normalen und pathologischen Befunde oft so nahe in ihren Wertschwankungen aneinander herantreten, ist ein geringer Versuchsfehler durch Vernachlässigung der dritten oder gar der zweiten Stelle hinter dem Komma oft von schwerwiegendster Bedeutung, da der Versuchsfehler sich ja in der angegebenen Weise durch Vergleichung zweier Antoren verdoppeln kann und so eine einigermassen sichere Begrenzung des Normalen vom Pathologischen illusorisch wird. Man wird in der gesammten bisherigen Entwickelung der Osmologie auch nicht zwei Angaben verschiedener Autoren finden, die sich vollständig wie z. B. in der Physiologie viele Wertbegrenzungen, decken, und man kann bei dem absoluten Ausfalle einer völligen Kongruenz von auch nur zwei Angaben aus dem Chaos der wissenschaftlichen Bearbeitungen desselben Objektes mit Sicherheit darauf schliessen, dass die kryoskopischen Versuchsfehler das wissenschaftlich zulässige Gebiet ihrer Schwankungen bisher überschritten. Das Pektoskop als Präzisionsinstrument will aber nicht der Bestimmung dienen, das bisher Errungene hinfällig zu machen, die bisherigen Resultate für unrichtig zu erklären, sondern es wird die gefundenen Grenzen zuverlässiger präzisieren, die Grundwerte unerschütterlich festlegen und Vorkommnisse, welche wie die oben beschriebenen häufig genug dem Kryoskopiker begegnen, mit Sicherheit vermeiden lehren. Nur deshalb ist dem Apparate der Mechanismus beigegeben worden, um mit maschineller Präzision die aus abnormer Rührhöhe und Rührgeschwindigkeit resultierenden Ver-

suchsfehler mit Sicherheit zu vermeiden. — Nach der notwendigen Darlegung dieser Anschauungsweise kehren wir zum kryoskopischen Verhalten des Blutes zurück.

Das nicht zentrifugierte Blut gehört im gewissen Sinne zur zweiten und dritten der oben angeführten Substanzgruppen. Eine Rührpause setzt den Gefrierpunkt um 4 bis 12 Tausendstel Grad herab; eine subnormale Rührhöhe vermindert ihn um 3 bis 9 Tausendstel Grad. Die regelmässige Wiederkehr dieser Befunde schliesst eine andere Begründung als die im Momente des Rührmechanismus liegende, sicherlich aus. Nun tritt aber auch bei übernormaler Rührhöhe, wenn also der Innenrührer konstant aus der Untersuchungsflüssigkeit gehoben und wieder mit »normaler Rührgeschwindigkeit« hineingesenkt wird, eine Erniedrigung des Gefrierpunktes um 7 bis 14 Tausendstel Grad, also eine bedeutende Erhöhung des osmotischen Druckes, ein.

Diese Erscheinung findet nicht ihre Erklärung in den bisher angenommenen thermischen Ursachen, sondern sie scheint mir eine Analogie des oben definierten Schaumschlagens zu sein. In der That ist das vorher dunkle Blut im Untersuchungsglase nach beendeter Kryoskopie ausgeprägt hellrot gefärbt und weist, was wichtiger erscheint, eine 2 bis 3 mal grössere Schaumhöhe auf, als sie der minimalen Höhe der Schaumbildung entspricht, wie sie bei »normaler Rührhöhe« sich ergiebt. Bei der normalen Rührhöhe bleibt die Färbung des dunklen Blutes der Armvene eine gleichmässig dunkle, und diese Thatsachen sind ein Beweis dafür, dass unter allen kryoskopischen Apparaten das Pektoskop allein einwandsfreie Untersuchungen des Blutes ermöglicht, gleichgiltig ob es im natürlichen Zustande oder zentrifugiert vorliegt.

Die zweite wichtige Frage, ob das nicht zentrifugierte Blut bei normaler Rührhöhe und Rührgeschwindigkeit den gleichen kryoskopischen Befund ergiebt, wie sein Serum unter gleichen Versuchsbedingungen, scheint nach unseren Ergebnissen verneint werden zu müssen. Wir haben die nicht sofort einleuchtende Thatsache nachweisen können, dass das durch Zentrifugieren erhaltene Serum eines gegebenen Blutquantums, von dem gleichzeitig ein Teil mit den Blutkörperchen kryoskopiert wurde, einen konsequent um 6 bis 9 Tausendstel geringeren Gefrierpunkt ergab, als dieser letztere. Mit Sicherheit ist eine Erklärung dieses Befundes wohl noch nicht zu geben; wahrscheinlich ist die Er-

höhung des osmotischen Druckes des Serums beim Zentrifugieren durch die folgende Erwägung klarzustellen. Im Organismus zirkuliert ein Blut von nahezu konstantem osmotischen Drucke. Dieser osmotische Druck wird beeinflusst durch den Gehalt des Blutes an Gasen. Wird ein Blutquantum dem Organismus entnommen, so wird ein Teil der Gase wegen der Änderung des Druckes, unter dem die Flüssigkeit im Körper stand, entweichen (Henry-Daltonsches Gesetz). Wird indessen die Blutentnahme vorsichtig ausgeführt, ohne dass ein Schütteln oder Herausschleudern der Blutflüssigkeit aus der Punktionsspritze stattfindet, so bleibt nach wie vor der grösste Teil der Blutgase gelöst, und die Einwirkung der entwichenen Gase auf den osmotischen Druck kann wegen ihres geringen Wertes rechnerisch vernachlässigt werden. Anders gestalten sich aber diese Verhältnisse, wenn nach der Entnahme das Blut durch den Innenrührer nach der obigen Darstellung »geschlagen« wird. In diesem Falle entweicht die Kohlensäure des venösen Blutes zum grössten Teile und ausserdem scheint bei einer solchen Einwirkung ein Übergang von Chlornatrium aus den Formelementen des Blutes in sein Serum stattzufinden. Der letztere Vorgang überwiegt wohl den ersteren, denn der osmotische Druck des Serums erweist sich bei der Untersuchung erhöht, der Gefrierpunkt also erniedrigt. Eine ähnliche Bedeutung nun wie das Schlagen scheint das Zentrifugieren für Blut und Serum zu haben. Beim Zentrifugieren werden die Moleküle der in dieser Weise behandelten Flüssigkeit mit grosser Kraft gegen die vom Rotationspunkte entferntesten Teil hingezogen. An der dem Drehungspunkte nächsten Durchschnittsebene der Flüssigkeit, d. h. an ihrer Oberfläche, greift daher eine Kraft an, die entgegengesetzt dem Auftrieb der Flüssigkeit, in der Richtung in das Blut hinein, wirksam ist. Der Druck in der Blutflüssigkeit beim Zentrifugieren ist demnach gleich Null oder negativ (je nach der Schnelligkeit der Rotation des Zentrifugierglases um die Drehungsachse). Infolgedessen entweichen die im Blute gelösten Gase wegen des negativen Druckes, unter dem die Flüssigkeit während des Zentrifugierens steht, und analog den Verhältnissen beim Schlagen des Blutes wird der osmotische Druck des Serums im Vergleich zu dem des Blutes höher, sein Gefrierpunkt niedriger sein. Auch bei sorgfältigstem Vermeiden einer Flüssigkeitsbewegung wurden bei einer Zimmertemperatur von 14° diese

Erscheinungen beobachtet. Allerdings sind diese Verhältnisse bisher nur am Kaninchenblut studiert und bedürfen der Bestätigung für Menschenblut, aber es widerspricht allen bisher bekannten Thatsachen die Vermutung, dass beim Menschen diese Gefrierpunktsdifferenz von Blut und Serum negativ ausfallen könnte. Ich halte mich verpflichtet, um im Interesse des Lesers ein freies Urteil über diese Thatsachen zu ermöglichen, an dieser Stelle neben meine Untersuchungen diejenigen Erörterungen aus den, an mich gerichteten Darlegungen v. Korányis einzuschalten, die diese auffallende Gefrierpunktsdifferenz zwischen Blut und Serum behandeln. . . . . . . Mein Vorgehen bei der Gefrierpunktsbestimmung (des Blutes) ist das folgende. Ich setze zuerst die Röhre (das Untersuchungsglas) mit Blut und Thermometer in ein Gefäss mit der Kältemischung, ohne Luftmantel, und erwarte, ohne zu rühren, bis die Temperatur etwa 0° erreicht. Dann wird die Röhre mit Luftmantel in das Kältemischungsgefäss gesetzt, kräftig gerührt, bis das Blut gefriert. In der Kälte wird durch das Rühren der Kohlensäuregehalt des Blutes nicht oder nicht wesentlich verändert . . . . Nach meinen diesbezüglichen Versuchen beeinflusst CO_2-verlust den Gefrierpunkt des Serums ähnlich wie denjenigen des Blutes. Nach meinen Untersuchungen und denjenigen von Hamburger scheint mir die Differenz der Gefrierpunkte des Blutes und Serums nur dadurch erklärlich, dass die roten Blutkörperchen die Entfernung der Kohlensäure aus der Blutflüssigkeit beschleunigen. . . . . . . Ich erlaube mir noch auf die Untersuchungen von Köppe (Physikal. Chemie in der Medizin 1900.) aufmerksam zu machen, aus welchen deutlich hervorgeht, wie verschieden die Gefrierpunkte kohlensäurehaltiger Wässer ausfallen, je nachdem das Rühren kalt oder bei gewöhnlicher Temperatur erfolgt. Aus demselben Grunde habe ich bei meinen Untersuchungen über Niereninsufficienz immer den Sauerstoffstrom wirken lassen müssen, um von der CO_2 unabhängige Werte für δ zu erhalten, während, wie ich aus der unlängst erschienenen Mitteilung von Rumpel ersehe, solche Werte einfacher erhalten werden können, wenn man, wie er es thut, vor der Gefrierpunktsbestimmung das Blut warm oder bei Zimmertemperatur defibriniert, also mit Luft schüttelt. . . . . . Kurzgefasst glaube ich Folgendes sagen zu können: Untersucht man das Blut bei Cyanose, um die Venosität zu messen, so muss das Blut zuerst auf 0° abgekühlt und erst

dann gerührt werden, während, wenn man bei Verdacht auf Niereninsufficienz vom CO_2-gehalte unbeeinflusste Werte erhalten will, das Rühren kräftig und bei Zimmertemperatur anfangen muss etc. . . . .« (Von Prof. Dr. A. von Korányi.)

Ich vermag diesen wichtigen, an Argumenten so reichen, Beleg v. Korányis erst in den folgenden Kapiteln sorgfältig auf die Beweiskraft seiner Ausführungen hin abzuwägen, nachdem ich alle Versuchsbedingungen ausführlich dargelegt habe, durch die ein kryoskopisches Resultat überhaupt beeinflusst werden kann. Was ich vorläufig durch die Versuche v. Korányis und der citierten Autoren klarstellen wollte, ist die auffällige Thatsache, wie unglaublich künstlich und mühselig, wie für fast jeden einzelnen Fall spezialisiert die Versuchsbedingungen bisher abgeändert werden mussten, um annähernd richtige Resultate erzielen zu können, und wie man bisher gezwungen war, aus der umfangreichen medizinischen Litteratur seine kryoskopische Technik aufzubauen. Es lässt sich mit Leichtigkeit aus unerschöpflich vielen Citaten der Beweis erbringen, dass jeder Forscher sich eine eigene Gefrierpunktsmethodik von Fall zu Fall ausbildete, statt die allgemeinen Fehlerquellen zu erforschen und so eine für jede Untersuchung gültige Technik aufzudecken, die dann naturgemäss präzisere Resultate ergeben muss, als die mehr empirische als theoretische Einzeltechnik.

Das ist eben in den wesentlichsten Punkten die Bedeutung des Rührmechanismus des Pektoskopes, dass Rührgeschwindigkeit und Rührhöhe genau regulierbar, auf normale Werte einstellbar werden und auf diese Weise diesbezügliche Versuchsfehler mit Sicherheit ausgeschlossen sind. Durch den Fortfall des Zentrifugierens (indem man beim Pektoskope mit dem Blute genauere Werte erhält als mit dem Serum) entsteht aber neben der erzielten Exaktheit des Ergebnisses der Vorteil der Zeitersparnis und der bequemen Handhabung. Nur demjenigen Forscher, der mit eigener Hand viele Gefrierpunktsbestimmungen mit dem Beckmannapparate hintereinander ausgeführt hat, nur demjenigen Arzte, der die Thatsache kennt, dass eine Einführung der neueren funktionellen Diagnostik in die ärztliche Sprechstunde nicht etwa die Folge ihrer unzureichenden Verwertbarkeit, sondern wegen ihrer mühseligen, wenig zuverlässigen, zeitraubenden Technik bisher unmöglich war, wird dieser

dritte Vorteil des Pektoskopes, die Zeitersparnis des Pektoskopes, sofort in die Augen fallen.

Eine pektoskopische Untersuchung des Blutes dauert vom Moment der Entnahme an etwa 5—10 Minuten; eine kryoskopische Untersuchung bedarf mit dem notwendigen Zentrifugieren, mit dem erforderlichen Umschütten des Serums, mit der kryoskopischen Nullpunktsbestimmung, ganz abgesehen von der nicht leichten Einstellung des Beckmann-Thermometers, die an sich oft langer Zeit bedarf, mit der darauf folgenden peinlichen Trocknung des Untersuchungsglases etc. allermindestens des Zeitraumes von zwanzig Minuten. Beim Pektoskope kann der Arzt wegen der präzisen Arbeit des Uhrwerkes nach Beginn des Versuches sorglos auf kurze Zeit das Zimmer verlassen, um eine Anweisung etc. zu geben, beim Beckmann-Apparate bedarf es eines unausgesetzten, mühseligen manuellen Rührens, das die Hand keinen Augenblick freilässt.

Ein vierter Vorzug des pektoskopischen Mechanismus, den der erfahrene Kryoskopiker für sehr wesentlich halten wird, ist die Möglichkeit einer ununterbrochenen Ausführung des Versuches. Das geringste technische Erfordernis beim Beckmann-Apparate, z. B. Einfüllen von Eis, von Kochsalz, Gebrauch des Aussenrührers, Ortsveränderung des Apparates etc. bedarf einer fehlerhaften Unterbrechung der Thätigkeit des Rührens. Das Pektoskop arbeitet mit präziser Gleichmässigkeit weiter, gleichgültig, ob man durch seinen Trichter Eis etc. einfülle, oder den Aussenrührer führt oder den ganzen Apparat bewege. Gerade diese Unabhängigkeit vom Innenrührer, der genauer maschinell als durch die menschliche Hand arbeitet, giebt dem Pektoskopiker eine Freiheit der Bewegung und Beobachtung, die Forscher und Arzt unbedingt bei ihren Untersuchungen haben müssen.

In ganz hervorragender Weise eignet sich das Pektoskop einzig und allein unter allen Gefrierpunktsapparaten zu kryoskopischen Demonstrationen. Man kann wohl nicht gut dem Vortragenden zumuten, dass er einer geduldigen Zuhörerschaft einen Versuch mit dem Beckmannapparat »vorrühre«, der coram publico nicht selten völlig zu versagen beliebt. Das Pektoskop aber gestattet, in eleganter Weise, während des Versuches die Struktur der vorliegenden Verbindung etc. an die Tafel zu zeichnen u. a. und mit wenigen Blicken das exakte Funktionieren des Apparates zu überwachen. Hier wird die Zeit-

ersparnis zur segensvollen Bereicherung unseres Wissens, denn man kann in gegebener Zeit die doppelte Anzahl von Vorführungen erfolgen lassen, als bisher, und dennoch viel genauere Resultate aufweisen. —

Zur technischen Behandlung des Uhrwerkes ist folgendes zu bemerken. Das Uhrwerk besteht aus den folgenden Teilen:

1. Das Stativ. Dasselbe soll stets unbeweglich fest im Deckel eingeschraubt sein. Sollte es sich mit der Zeit etwas lockern, so bedarf die unter dem Deckel angebrachte Schraube eines geringen Anziehens, um dem Stativ wieder sicheren Halt zu geben. Beim Fortbewegen des Pektoskopes darf man dasselbe nicht am Stativ festhalten, sondern man fasse den Aussencylinder mit beiden Händen und stütze ihn durch Umlegen der Finger unter seinen Boden.

2. Der Schlüssel wird nur nach rechts gedreht und nicht allzustraff die aufgezogene Feder spannen. Beim Gebrauche des Schlüssels stütze man den Aussencylinder etwas.

3. Der Windfang bedarf einer eingehenden Berücksichtigung vor Beginn des Versuches, da die unrichtige Einstellung seiner Flügel unter Umständen das Resultat beeinflussen kann. Das Einstellen der Flügel muss ausnahmslos streng nach der folgenden Vorschrift ausgeführt werden, da ein verständnisloses Drehen an den Windflügeln sehr bald den Windfang verderben und seinen Wert illusorisch machen kann. Am Windfange unterscheidet man eine Rotationsaxe und einen rotierenden Doppelarm, an dem die Windflügel befestigt sind. Diese Windflügel sind an der Rückseite des Doppelarmes durch Schrauben in ihrer Stellung regulierbar, und es ist mit Nachdruck darauf hinzuweisen, dass 1. ein Windflügel niemals in seiner Stellung verändert werden darf, ohne dass vorher seine zu ihm gehörige Schraube durch Drehen nach rechts vom Beschauer gelockert wurde; 2. nicht nach der Einstellung des Flügels seine Befestigung durch Wiederanziehen seiner Schraube (Drehen nach links) vergessen werden darf, da anderenfalls unmerklich eine Beeinflussung des Ergebnisses eintreten kann. Allerdings wird der geübte Kryoskopiker diesen Mangel sofort an der subjektiven Erkenntnis eines verlangsamten Ganges des Uhrwerkes aufdecken. Der Anfänger aber traue sich die Fähigkeit der Beurteilung der Schnelligkeit aus subjektiver Empfindung heraus lieber nicht zu, sondern gehe vorschriftsmässig mit dem Mechanismus des Pektoskopes um.

Auf der Seite des Uhrwerkes sieht man eine bewegliche Stiftbremse, die nur am Knopfe zum Zwecke des sofortigen Anhaltens des Uhrwerkes nach vorn zu verschieben ist. Bei Demonstrationen sei das Uhrwerk fertig aufgezogen und die Bremse vorgeschoben. Beginnt alsdann der Versuch, so gebe man dem Windfange nach dem Zurückziehen der Stiftbremse keinen Anstoss, da dieser die Flügelstellung verändern kann, sondern erwarte den sofort eintretenden spontanen Antrieb des Uhrwerkes kurz nach der Entfernung der Bremse.

Auf der Rückseite des Uhrgehäuses befindet sich ein Rad mit seitlichen Zähnen zur Bewegung des Hebels. Bezüglich dieser Übertragung einer rotierenden Bewegung in eine auf- und abgehende kann nun die folgende Zufälligkeit vorkommen, die bei ihrer sofortigen Erkenntnis leicht zu beseitigen ist. Mitten im regelmässigen Gange des Uhrwerkes kann nach starker Strapazierung des Apparates das Ereignis eintreten, dass das Zahnrad plötzlich schneller geht, der Windfang unter erhöhtem Geräusche windschnell zu rotieren anfängt und der Innenrührer in erhobener Stellung stillsteht. In einem solchen Falle bremse man sofort, senke den Rührer mit geringer Kraftanwendung und ziehe die Bremse wieder zurück. Alsdann ist der Fehler beseitigt. Diese Erscheinung beruht nämlich darauf, dass der kurze, dem Zahnrade zugewandte, Hebelarm während seiner Bewegung einen Augenblick zu hoch gehoben wurde und von dem folgenden Zahne des Rades, statt hinuntergestossen zu werden, noch weiter emporgehoben wurde, so dass er ausser Funktion trat und das Uhrwerk infolge des ermangelnden Reibungswiderstandes und hemmenden Gewichtes des Innenrührers schneller sich aufdrehte. Sollte nach jahrelangem Gebrauche Windfang oder Zahnrad sich lockern, so vermag jeder Uhrmacher oder Techniker diesen Übelstand leicht zu beheben. Der Hebel darf sich nur in der Vertikalebene bewegen, aber nicht seitlich abweichen. In einem solchen Falle ist einfach seine Befestigungsschraube ein wenig anzuziehen; ohne diesen Zufall ist ein Anziehen der Befestigungsschraube zu vermeiden, da es nur die Arbeit des Uhrwerkes erschwert.

Die »Übertragung« werde mit der Öffnung an ihrem freien Ende von der Rückseite her auf den Beschauer zu, nicht seitlich, auf den einknickbaren Arm des Innenrührers gezogen, der nach der Verbindung wieder nach unten einzuknicken ist. Setzt das Uhrwerk nach Entfernung der Bremse nicht augenblicklich an,

so sind Übertragung oder Innenrührer nicht in der richtigen Lage eingestellt und man verschiebe, falls die oben gegebenen Vorschriften ihrer Verbindung erfüllt sind, den Hartgummipfropfen seitlich um ein Geringes nach rechts oder links, bis das Rühren deutlich hörbar in raschen Hebungen erfolgt.

Der Rührmechanismus soll vor Nässe und Beschädigung durch unvorsichtiges hartes Anfassen geschützt werden. Die Dauer seiner Funktion beträgt nach der Angabe des technischen Institutes gegen 1/2 Stunde. Gleichwohl empfiehlt es sich, vor jedem neuen Versuche das Uhrwerk wieder aufzuziehen, da die folgenden Angaben über die vorschriftsmässige Rührgeschwindigkeit sich auf eine mittlere (nicht unbedingt erforderlich ist das vollständige Anziehen des Schlüssels) Spannung der Feder beziehen. — Der eine Flügel sei in jedem Falle genau senkrecht zum rotierenden Doppelarm eingestellt. Der andere Flügel wird nach folgenden Verhältnissen gerichtet:

1. Fall. Untersuchungsflüssigkeit leichtflüssig, ohne Formbestandteile (Wasser und anorganische Lösungen).
2. Fall. Untersuchungsflüssigkeit leichtflüssig, mit Formbestandteilen (Harn, Serum etc.).
3. Fall. Untersuchungsflüssigkeit mässig leichtflüssig oder dickflüssig (Blut).

Die Notwendigkeit dieser verschiedenartigen Stellungen der Windflügel erscheint durch folgende Erwägungen bedingt. Durch die Thätigkeit des inneren Rührers wird sehr bald eine regelmässige innere Strömung der Flüssigkeit erzeugt, die einen geringen Teil der umgebenden Luft infolge der schwankenden Druckverhältnisse an der Oberfläche in die Flüssigkeit einzusaugen vermag. Dieser eingesaugte Luftstrom vertreibt nach Betrachtungen von J. Munk die gelösten Blutgase zum grössten Teile durch mechanisches Emporreissen aus der Flüssigkeit, indem durch die hindurchtretenden Luftgase der Partialdruck der absorbierten Gase herabgedrückt wird. Bei leichtflüssigen, nicht oxydierbaren Flüssigkeiten ist dieser Einfluss ein absolut nullwertiger, durch kein Thermometer nachweisbarer, d. h. man kann ruhig im ersten angenommenen Falle den »Stellungsflügel« fast senkrecht zum Doppelarme stellen und so den Versuch beschleunigen. Bei der Anwesenheit von Formbestandteilen etc. (Fall 2 und 3) aber spielt der Vorgang der inneren Flüssigkeitsströmung mit ihren Konsequenzen doch eine gewisse, wenn auch minimale, Rolle, und es

ist vorteilhafter, bei diesen Fällen die innere Strömung durch Herabsetzung der Rührgeschwindigkeit nach Möglichkeit zu vermindern.

XXVII. KAPITEL.
Das Untersuchungsglas des Pektoskopes.

Die klinische Schwierigkeit, in jedem Falle, der einer kryoskopisch-diagnostischen Untersuchung bedarf, die beim Beckmann-Apparat erforderliche Blutmenge von 15 bis 25 ccm zu entnehmen, erscheint oft eine fast unüberwindliche, da beispielsweise gerade in den wichtigen Fällen, wo wir einen Nierentumor diagnostizieren, diese Erkrankung meist mit hochgradiger Kachexie einhergeht, also die Entnahme eines nicht unbedeutenden Quantum Blutes ernsten Bedenken begegnet, da, wie ich an dieser Stelle mit dringendem Nachdrucke wiederholen möchte, gerade bei einer Venenpunktion eines grösseren Blutvolumens bei kachektischen Zuständen ein plötzlicher Kollaps nicht zu den Unmöglichkeiten gehört (Michaelis u. a.). Theoretisch ist ein solcher Zufall durch die momentane Druckverminderung im Gefässsystem sehr wohl zu erklären.

Wie dringend notwendig eine Verringerung der nötigen Blutmenge für einen kryoskopischen Versuch sich erwies, lässt sich aus dem Umstande erweisen, dass sich in der Litteratur verstreut einzelne Vorschläge zur Beseitigung dieser Schwierigkeiten auffinden lassen, von denen die Friedländersche Modifikation am bekanntesten geworden ist, Vorschläge, die insgesammt den Vorwurf der unzureichenden Lösung dieses Problems eingetragen haben, da sie eine Verringerung der nötigen Untersuchungsflüssigkeit auf Kosten der Exaktheit der kryoskopischen Resultate ermöglichen, also wissenschaftlich und praktisch keinen Wert beanspruchen.

Das Prinzip aller dieser Vorschläge ist das folgende: Der Beckmann-Apparat habe unnötig grosse Dimensionen in allen seinen Teilen. Gelinge es, eine photographisch getreue Verkleinerung aller seiner Raumverhältnisse, eine — wenn ich so sagen darf — Miniaturausgabe des Beckmann-Apparates, herzustellen, so werde auch das Untersuchungsglas in der gleichen Proportion der Dimensionen von geringerem Volumen werden, also die erforderliche

Flüssigkeitsmenge bei gleichen Versuchsergebnissen geringer werden können.

Diese Voraussetzung hat sich als irrig erwiesen. Selbst wenn man dem Friedländerschen Apparate ein in Hundertel Grade eingeteiltes Thermometer einverleiben würde, was seinen Wert, wie im Folgenden nachgewiesen werden wird, absolut nicht wesentlich erhöhen würde, so enthielte er doch gerade durch seine Kleinheit eine solche Quelle von Versuchsfehlern, dass seine Resultate nicht praktisch verwertbar wären. Der Grund hiervon liegt in den folgenden Darlegungen. Im Kapitel »Das Innenthermometer« und am Schlusse des vorliegenden Kapitels ist die ausführliche Erörterung nachzulesen, dass bei einem Querstande des Thermometers im Untersuchungsglase oder bei einem Querstande des Untersuchungsglases im Innenthermometer resp. Aussengefässe (bei Beckmann und Heidenhain) das Resultat nicht unwesentlich beeinflusst wird, indem durch die ungleiche Wärmeentziehung von der Kühlungsmischung her ein falscher Gefrierpunkt vom Innenthermometer vorgetäuscht wird. Je kleiner nun die Abstände und Dimensionen der ineinander befindlichen Gefässe sind, umsomehr wächst die Schwierigkeit, einen Nichtparallelismus der Gefässwände mit dem Auge zu erkennen, und umsomehr vergrössert sich die Differenz des Versuchsergebnisses von seinem wahren Werte.

Im Pektoskope hat dieses Problem des Erfordernisses einer geringen Menge Untersuchungsflüssigkeit eine einwandsfreie Lösung gefunden (v. Korányi, Kowarsky u. a.).

Wir vermögen dem Pektoskope vermittelst eines Volumens von nur 8 ccm Blut, Harn oder einer beliebigen Substanzlösung ein bis auf Tausendel Grade exaktes Resultat zu erzielen, das gemäss den bisher bekannten Thatsachen absolut frei von den variablen Fehlerquellen kryoskopischer Apparate ist.

Bei der Untersuchung der Fehlerquellen der bisher bekannt gewordenen kryoskopischen Apparate sind wir methodisch in der folgenden Weise vorgegangen. Es wurden auf der chemischen Wage mit möglichster Genauigkeit 10 gr chemisch reinen Chlornatriums abgewogen und in 1 l destillierten Wassers gelöst (cf. »Konzentration«), nachdem das Volumen des Lösungsmittels durch die Pipette bestimmt war. Diese Lösung wurde nun mittelst Titration durch Rhodankalium und Silbernitrat auf ihren Chlor-

gehalt analysiert und als genau einprozentig gefunden. Von Zeit zu Zeit wurde der Chlorgehalt dieser kryoskopischen Normallösung, die den Wert von φ_1 ergeben musste, durch Titrieren wieder geprüft. Es wurde nun das Pektoskop dergestalt in einen Beckmann-Apparat verwandelt, dass an Stelle seines Untersuchungsglases ein Beckmannsches Untersuchungsglas (ohne Verjüngung) und statt des Innencylinders ein unten geschlossenes Aussenglas eingefügt wurde. Zur Sicherung des Ergebnisses wurde zunächst destilliertes Wasser im Untersuchungsglase kryoskopiert und die Thatsache festgestellt, dass beim Eintritte des Gefrierens das Thermometer 0° anzeigt. Alsdann wurde aus zehn Versuchen heraus der gleiche Wert von φ_1 erzielt. Im Pektoskope ist eine spontane seitliche Verschiebung der Einzelteile durch seine Konstruktion unmöglich; in den folgenden Versuchen wurde indessen absichtlich ein Schiefstand des Innenthermometers gegen das Untersuchungsglas, dann ein Schiefstand des Untersuchungsglases gegen das Aussenglas durch einseitige Korkeinlagen herbeigeführt. In allen diesen Fällen wurden bis auf Hundertel Grade vom wahren Werte abweichende Resultate erzielt. Somit war die Thatsache erwiesen, dass die erste Forderung eines exakten kryoskopischen Apparates eine Fixierung der Einzelteile derart ist, dass keine seitliche Verschiebung von Thermometer, Untersuchungsglas oder Aussenglas (resp. Innencylinder) stattfinden kann. Da bei den kryoskopischen Apparaten eine derartige Verschiebung der Glasteile gegen einander mit Leichtigkeit während des Versuches eintritt, während sie beim Pektoskope durch die langen und fixen Hartgummiführungen unmöglich ist, so klärt sich die Thatsache auf, warum beim Beckmann-Apparate unter Ausserachtlassung peinlichster Vorsicht gerade in dieser Beziehung unter 10 Versuchen nur im Maximum 6—7 annähernd richtige Versuchswerte erzielt werden konnten. Die Kork- oder Gummipfropfen-Führung vermag demnach nicht gegen diese Versuchsfehler einen Schutz zu gewähren.

Nach diesen Untersuchungen muss demnach das Untersuchungsglas genau bei korrekter Aufstellung parallel zu Thermometer und Innencylinder stehen. Die Untersuchungsflüssigkeit soll vorsichtig, nicht schäumend, und bis zur eingeätzten Marke in das Untersuchungsglas eingefüllt werden. Es empfiehlt sich, das Niveau der Marke nach Möglichkeit nicht durch das Flüssigkeits-Niveau weit überragen zu lassen, damit die gesammte Untersuchungs-

flüssigkeit gleichmässig der Abkühlung zugängig ist. Wenngleich die Ausserachtlassung dieser Regel nur minimale Abweichungen vom richtigen Resultate ergiebt, so ist nicht einzusehen, warum man nicht alle Untersuchungskörper den gleichen Versuchsbedingungen aussetzen soll. Ragt nämlich die Flüssigkeitssäule oberhalb des Gefässdeckels hervor, so werden beim Mischen stets wärmere Schichten an die Thermometerkuppe herabgeholt. Man kann bei kryoskopischen Versuchen nicht sorgfältig genug verfahren, um genaue Resultate zu erhalten.

Nach beendeter Ablesung bremse man, löse die Übertragung, nehme erst Innenthermometer, dann Hartgummi-Einsatz und schliesslich das Untersuchungsglas heraus und prüfe vermittelst Durchsehen, ob die Lösung gefroren ist, d. h. ob Krystalle an der Wand des Untersuchungsglases abgesetzt sind. Für das Gelingen des Versuches ist Reinhaltung von Thermometer, Innenrührer und Innenseite des Untersuchungsglases, besonders aber sorgfältiges Trocknen mit reinem, nicht fasernden Tuche, Vorbedingung.

Der Tubus des Innenglases ist meiner Ansicht nach niemals zu benutzen. Leider haben wir ihn auf den ausdrücklichen Wunsch mehrerer Kollegen, die von der seligen Macht der Gewohnheit nicht abgehen wollten, am Apparate belassen müssen. Der Tubus hat den alleinigen Zweck, in den Fällen, wo die Quecksilbersäule des Thermometers sich hartnäckig weigert, nach Wunsch hinauf- oder hinabzusteigen, um das definitive Resultat zu ergeben, durch Hinabwerfen von kleinen Eisstückchen durch den Tubus hindurch, das Gefrieren der Untersuchungsflüssigkeit zu beschleunigen. In der That stellt diese Methode der Gefrier-Beschleunigung einen stets bewährten Kunstgriff dar, insofern als sofort nach dem Einwerfen des Eisstückchens ein Resultat erzielt wird. Aber bei genauerer Untersuchung stellt sich dieser Kunstgriff als ein höchst bedenkliches Verfahren heraus. Zunächst weist nach meinen Untersuchungen ein eigensinniges Verharren des Quecksilberniveaus an unrechter Stelle der Skala stets Versuchsfehler nach. Es ist ausgeschlossen, dass bei strikter Befolgung der kryoskopischen Technik jemals eine Verzögerung des Resultates eintreten darf, deren Häufigkeit den Beckmannapparat charakterisiert, und es ist ebenso unmöglich, dass nach einer Verzögerung ein genaues Resultat eintreten kann, da eben diese Erscheinung für einen vorgekommenen Versuchsfehler, der

meist im Rührmechanismus liegt (Stillstand des Innenrührers u. a.) spricht. Zweitens aber liegt in den hineingeworfenen Eisstückchen selbst eine summierende Fehlerquelle, die trotz ihrer geringen Grösse doch den ohnehin schon bestehenden Versuchsfehler verdoppelt. Ich empfehle für diejenigen Herren, denen es auf mehrere Hundert Grade nicht ankommt, statt der Eisstückchen wenigstens scharf geschnittene, kleine Platinschnitzel zu verwenden, damit der zweite Versuchsfehler in Wegfall kommt.

Für diejenigen Kollegen aber, welche die an sich unkorrekte Benutzung des Tubus am Untersuchungsglase vermeiden wollen, ist das folgende Verfahren anzuraten, falls aus nicht sofort abzusehenden Gründen das Resultat einmal nicht sofort nach Erwartung eintreten sollte. Man löse die Übertragung, nehme das Untersuchungsglas heraus, umspanne es fest mit der vollen linken Hand, und rühre kräftig, bis die Quecksilbersäule wieder einen Teil der oben verbreiterten Kapillarröhre erfüllt. Eigentümlich ist die Beobachtung, dass bei kräftigem Rühren die linke Hand das Gefühl stets steigender, schliesslich unerträglicher eisiger Kälte empfängt, während sie bei einer Rührpause kaum etwas empfindet. Diese Beobachtung spricht für die hohe Wichtigkeit des konstanten Rührmechanismus. Weiterhin ist der Versuch von neuem zu beginnen; das Resultat tritt hierbei überraschend schnell und korrekt ein.

Das Innenthermometer des Pektoskopes.

Für ärztliche Untersuchungen eignet sich das Beckmann-Thermometer in keiner Weise. Seine »Einstellung« ist so schwierig, dass oft genug technische Institute die verkauften Beckmann-Thermometer zurückerhalten mit der Bitte, die Thermometer einzustellen. Ein derartiges Gesuch ist naturgemäss unerfüllbar, da die geringste Bewegung des Thermometers beim Transporte genügt, um dasselbe wieder unrichtig einzustellen und so den Wert einer geschäftsmässigen Einstellung des Beckmannthermometers überhaupt illusorisch zu machen. Ich habe oft genug die Beobachtung machen können, dass die Einstellung dieses Thermometers den angehenden Kryoskopikern ausserordentliche Schwierigkeiten macht. So wandte sich unlängst ein Kollege mit der brieflichen Mitteilung an mich, er habe sich vergebens abgemüht, das Thermometer auf 2,04° für destilliertes Wasser einzustellen, und er bitte mich um die Gefälligkeit, dies auszuführen.

Ich habe nach langem Suchen zufällig den Grund dieser seltsamen Aufforderung, die häufig auch den Fabrikanten kryoskopischer Apparate zugeht, aufzufinden vermocht. In H. Köppes »Physikalische Chemie« steht pag. 94 die Bemerkung, dass der Gefrierpunkt des reinen Wassers beim Teilstriche 2,040 abgelesen wurde. Der Absender des obigen Briefes glaubte demnach, da ihm wahrscheinlich, wie so vielen anderen Herren, die kryoskopischen Versuche am Beckmann-Apparate missglückt waren, aus dieser Bemerkung Köppes die Konsequenz ziehen zu müssen, dass destilliertes Wasser stets beim Stande des Quecksilberfadens am Teilstriche 2,04 gefrieren müsse. Ein derartiges Verlangen ist naturgemäss fast unmöglich zu erfüllen. Es ist gleichgültig, welchen Grad das Quecksilberniveau beim Gefrieren des destillierten Wassers anzeigt. Die erforderliche Versuchsbedingung ist nur die, dass beim Gefrieren der Untersuchungsflüssigkeit, deren Gefrierpunkt man stets theoretisch nach dem Gesetze Blagdens annähernd voraussagen kann, der kryoskopische Befund noch an der Skala abgelesen werden kann, dass also der Gefrierpunkt des destillierten Wassers am Thermometer nicht zu tief angesetzt ist.

Beim Innenthermometer des Pektoskopes dagegen fallen alle diese Bedenken fort. Bei ihm ist diese zeitraubende Untersuchung des vor und nach kryoskopischen Versuchen bisher erforderlichen Gefrierpunktes von destilliertem Wasser vollkommen überflüssig, da das Pektoskop-Thermometer auf Null-Grad ein für alle Mal eingestellt und durch das königliche Aichungsamt daraufhin geprüft ist. Wir haben den Nachweis erbringen können, dass weder äussere Temperatur- noch barometrische Druckänderungen das kryoskopische Resultat praktisch beeinflussen können. Wir vermochten weiterhin die Beobachtung zu machen, dass an heissen Sommertagen der durch das gesteigerte Verdampfen des Quecksilbers im Thermometer entstehende, mit der Temperatur ansteigende Versuchsfehler durch das folgende Verfahren korrigiert werden kann. An heissen Tagen ziehe man einen kegelstumpfartigen Gummiring, wie er an den Mechanikpfropfen der Seltersflaschen befestigt zu sein pflegt, über das Innenthermometer bis zur Höhe der Mitte der Kapillaren-Erweiterung des Pektoskop-Innenthermometers und füge einige Tropfen Wasser hinein. Je höher die Aussentemperatur ist, umsomehr Wasser verdunstet und in umso höherem Grade bewirkt die entstehende Verdunstungskälte ein Niederschlagen des Über-

schusses an verdampftem Quecksilber, eine Korrektion der Hitzewirkung. Beim Beckmann-Thermometer würde die Anwendung dieser Methode den Versuchsfehler nur noch erhöhen, indem sich durch die Wärmeentziehung infolge der Verdunstung des Wassers der kondensierte Quecksilberdampf, seiner Schwere folgend, in der Kapillaren-Erweiterung nach unten niederschlagen und demnach dem Quecksilberfaden unkorrekt entzogen würde.

Das Pektoskop-Innenthermometer entbehrt nach dem Vorstehenden des Vorversuches. Infolgedessen ist nur eine einmalige Ablesung am Thermometer erforderlich, während der Beckmann-Apparat durch zweimalige Ablesung (destilliertes Wasser und Untersuchungsflüssigkeit) den unvermeidlichen Ablesungsfehler verdoppelt. Dieser Beobachtungsfehler besteht nicht nur darin, dass man nicht genau, der Vorschrift gemäss, das Auge in die Höhe des Quecksilberniveaus bringt, sondern auch häufig in dem Ausserachtlassen des richtigen Zeitpunktes der Ablesung.

Das Verhalten des Quecksilberfadens während des kryoskopischen Versuches ist nämlich das folgende. Beim Beginn des Experimentes fällt das Niveau fast unmerklich langsam. Nach einiger Zeit beginnt es mit wachsender, dann wieder abnehmender Geschwindigkeit schneller zu fallen und sinkt weit unter den Gefrierpunkt der untersuchten Substanzlösung. An diesem tiefsten Standpunkte des Quecksilbers an der Skala scheint sein Niveau eine Weile unveränderlich fixiert zu sein. Indessen ergiebt die Beobachtung mit einer sehr scharfen Lupe, dass in der That das Niveau niemals während des Versuches dauernd unverändert bleibt, sondern in diesem Stadium fast unmerklich in rhytmischen Absätzen zunächst weiter sinkt, dann ansteigt. Nunmehr tritt plötzlich ein Zeitmoment ein, wo das Niveau scheinbar fliessend konstant, bis zu einem gewissen Grade rasch in die Höhe schiesst. Dann aber, für das blosse Auge noch schnell, für das mit scharfer Lupe studierende Auge aber mit regelmässig abnehmender Geschwindigkeit und in völlig r h y t m i s c h e n S p r ü n g e n, steigt es in die Höhe. Diese rhytmisch eintretende, sprungweise Bewegung des Quecksilber-Niveaus bildet insofern eine auffällige Beobachtung, als in dem Momente, wo der Innenrührer des Pektoskopes seinen tiefsten Stand erreicht, der Sprung des Quecksilbers um eine gewisse Strecke erfolgt, in dem Augenblicke aber, wo der Rührer seinen höchsten Stand inne hat, eine selbst mit der schärfsten Lupe unverkennbare Ruhepause der Quecksilberbewegung eintritt,

eine Pause, die von minimaler Dauer ist. Gegen den Gefrierpunkt der Untersuchungsflüssigkeit hin nimmt die Steiggeschwindigkeit des Quecksilberfadens rasch ab. Von hohem Interesse ist nun naturgemäss das Verhalten des Niveaus am Gefrierpunkte der kryoskopierten Lösung. Für eine Lupe von mittlerer Schärfe bleibt das Quecksilberniveau kurze Zeit, zwischen 10 und 40 Sekunden, in unveränderter Höhe stehen, um dann allmählich wieder zu fallen. Ein scharfes, mikroskopisches Vergrösserungsglas vermag indessen die beachtenswerte Thatsache aufzudecken, dass das Maximum der Zeitdauer der wirklichen Bewegungspause des Quecksilbers nur 15 Sekunden beträgt. Die Beobachtung dieser Vorgänge ergiebt den folgenden Befund.

Bei der Annäherung an den Gefrierpunkt nimmt die in sprungweisen Absätzen erfolgende Bewegungsgrösse des Niveaus mit regelmässiger Stärke ab. Im Versuche mit der kryoskopischen Normallösung (titrierte 1 % NaCl-Lösung) wurde nun beobachtet, dass das Niveau in immer kleiner werdenden, schliesslich fast unmerklichen Absätzen an den bekannten Gefrierpunkt heranging, diesen für einen einzigen Augenblick um etwa 0,02° überstieg, dann wieder um diese Grösse sank, nunmehr 5 bis 15 Sekunden für das bewaffnete Auge unveränderlich (nach Analogieschlüssen aber wahrscheinlich auch in steter minimaler Bewegung) feststand und dann zuerst in sehr kleinen, rythmischen Absätzen stieg, die regelmässig an Grösse zunahmen.

Nach diesen Befunden müssen wir also schliessen, dass die Zeitintervalle der Niveau-Anstiege während des gesammten kryoskopischen Versuches stets dieselben bleiben und dass sich nur die Grössen der in den periodischen Absätzen zurückgelegten Wegstrecken unterscheiden, und zwar so, dass sie etwa am Gefrierpunkte während des Fallens des Niveaus und am tiefsten erreichten Skalenpunkte beim Beginne des Wiederansteigens ihr Maximum, am Anfang des Versuches, am tiefsten Skalenpunkte während des Fallens und am Gefrierpunkte bei Beendigung des Versuches aber ihr Minimum erreichen.

Man ersieht aus diesen Thatsachen, dass es nicht leicht erscheint, den richtigen Zeitpunkt der Ablesung zu treffen, und dass in der That die beim Beckmann-Apparat erforderliche doppelte Ablesung einem doppelten Fehler des Versuchsresultates entsprechen kann.

Der korrekte Zeitpunkt der Ablesung des Resultates ergiebt

sich aus den angeführten Beobachtungen als derjenige, an dem das Quecksilberniveau mit scharfer Lupe längere Zeit hindurch unverändert gefunden wird, nicht aber der höchste Standpunkt des Quecksilberfadens. Freilich werden diese beiden Bedingungen für die mittelscharfe Lupe häufig genug zusammenfallen. Es lässt sich aber aus diesen Versuchen heraus mit Sicherheit folgern, dass jede Bewegung des Thermometers vor der Ablesung, besonders aber das als besonderer Kunstgriff häufig empfohlene Klopfen an das Thermometer, vollkommen unrichtige Resultate ergiebt. Beim Klopfen an das Thermometer steigt das Quecksilber weit über das richtige Resultat hinweg und fällt dann eigentümlicherweise, ohne am Gefrierpunkte zu verweilen, unterhalb desselben herab.

Für die Technik des Gefrierthermometers merke man sich die Regel, dass niemals das Thermometer während eines Versuches das Untersuchungsglas verlassen darf. Zeigt sich das Thermometer störrisch, indem es nicht korrekt nach der oben angeführten Weise das Quecksilberniveau bewegt, sondern möglicherweise steigt, fällt, stillsteht u. s. f., so deutet dies mit Gewissheit auf Versuchsfehler hin. Man warte alsdann nicht weiter und halte sich auch nicht mit der Fortsetzung des Versuches auf, der dann doch ein unrichtiges Resultat zeitigt, sondern bremse unverzüglich den Rührmechanismus, löse die Übertragung, hebe das Untersuchungsglas mit unberührtem Einsatz, Thermometer und Innenrührer heraus, umschliesse es, soweit es Untersuchungsflüssigkeit enthält, fest mit der linken Hand und rühre kräftig, bis das Quecksilberniveau des Innenthermometers wieder den vierten Teil der Capillaren-Erweiterung erreicht hat. Alsdann beginne man den Versuch von neuem, dessen Ergebnis rasch eintritt. Nach beendetem Gebrauche ist das Thermometer zunächst von eintrocknenden Salztropfen durch Abspülen zu befreien und alsdann sorgfältig zu trocknen.

Die Theorie der Calorieen.

Wir haben den Versuch gemacht, uns durch calorimetrische Überlegungen über die, während des kryoskopischen Versuches stattfindenden Vorgänge der Wärmeaufnahme und Wärmeentziehung im Pektoskope Rechenschaft zu geben. Wir stellen diesen Versuch der öffentlichen Debatte anheim, weil es von weittragendem Interesse erscheint, dass der Kryoskopiker die inneren Prozesse

seines Apparates ebenso versteht, wie ja auch der Mikroskopiker niemals zur rechten Würdigung seiner Beobachtungen gelangen kann, wenn er die optischen Verhältnisse seines Apparates nicht kennt. Wir gehen bei der Aufstellung dieser naturwissenschaftlichen Erwägungen von zwei physikalischen Grundsätzen aus:

1. Zwei verschiedene Flüssigkeiten, die den gleichen Wärmegrad aufweisen, enthalten die gleiche Anzahl von Calorieen.

2. Die Quecksilberkugel eines Thermometers enthält erst nach einiger Zeit die gleiche Anzahl von Calorieen wie die Flüssigkeit, deren Wärmegrad das Thermometer angiebt.

In der schematischen Darstellung eines Kryoskopes in Figur XIX bezeichnen:

K = Das Innenthermometer
I = Untersuchungsflüssigkeit
A = Aussengefäss mit der Kältemischung
(Z = Zimmertemperatur)
T = Anfänglicher Stand des Quecksilberniveaus
G = Gefrierpunkt der Untersuchungsflüssigkeit
U = Tiefster Stand des Quecksilbers

Nach den Auseinandersetzungen des ersten Abschnittes des vorliegenden Kapitels wandert das Quecksilberniveau der Reihe nach von T nach G_1, sinkt dann bis U und steigt alsdann wieder bis G_2 ($G_1 = G_2$). Wir machen nun die folgenden Annahmen:

I. Während	Hg	von	T	bis	G_1 sinkt,	entziehe	A	dem	I x	Calorieen.
„	Hg	„	G_1	„	U „	„	A	„	I y	„
„	Hg	„	U	„	G_2 steigt,	„	A	„	I z	„
II. „	Hg	„	T	„	G_1 sinkt,	„	I	„	K a	„
„	Hg	„	G_1	„	U „	„	I	„	K b	„
„	Hg	„	U	„	G_2 steigt,	giebt	I	„	K b	„ ab.

Denn das Niveau vermag nur dann wieder den Stand G einzunehmen, wenn sein Steigen bis dahin durch Wärmezufuhr ermöglicht ist. Diese Wärmezufuhr muss aber gleich der Wärmeentziehung während des Sinkens von G_1 bis U sein, da das Niveau schon einmal in G stand.

III. Während	Hg	von	T	bis	G_1 sinkt,	giebt	z	dem	A l	Calorieen	ab.
„	Hg	„	G_1	„	U „	„	z	„	A m	„	„
„	Hg	„	U	„	G_2 steigt	„	z	„	A n	„	„

x ist von y und z, l von m und n verschieden, weil die

Strecken T G_1, G_1 U und U G_2 in verschiedenen Zeiträumen vom Quecksilberniveau zurückgelegt werden.

IV. Bei T habe K den Gehalt von δ cal. (Die der Zimmertemperatur entsprechen.)
„ T hat I „ „ „ δ „ (Voraussetzung I.)
„ T „ A „ „ „ e „ (Die der »Aussentemperatur«, d. h. der Temperatur der Kältemischung, entsprechen.)

V. „ G_1 „ K „ „ „ $\delta - a$ cal.
„ G_1 „ I „ „ „ $\delta + a - x$ cal.
„ G_1 „ A „ „ „ $e + l + x$ „

VI. „ U „ K „ „ „ $\delta - a - b$ „
„ U „ I „ „ „ $\delta + a + b - x - y$ cal.
„ U „ A „ „ „ $e + l + m + x + y$ „

VII. „ G_2 „ K „ „ „ $\delta - a - b + b$ cal. $= \delta - a$ cal.
„ G_2 „ I „ „ „ $\delta + a + b - b - x - y - z$ cal. $= (\delta + a) - (x + y + z)$ cal.
„ G_2 „ A „ „ „ $e + (l + m + n) + (x + y + z)$ cal.

VIII. „ T „ K die Temperatur t^0 = Zimmertemperatur.
„ T „ I „ „ t^0 = „
„ T „ A „ „ ta^0 = Aussentemperatur (Kältemischung).

IX. „ G_1 „ K „ „ $t_1{}^0$ = Gefrierpunkt.
„ G_1 „ I „ „ $t_1{}^0$ = „
„ G_1 „ A „ „ ta^0 = Aussentemperatur.

Eine Änderung der Aussentemperatur lässt sich in der minimalen Zeit, die infolge der beim Pektoskope möglichen »Gefrierbeschleunigung« (cf. Kapitel XXVIII.) während des Weges TG_1 verstreicht, durch das Aussenthermometer nicht nachweisen.

X. Bei U hat K die Temperatur $t_2{}^0$
„ U „ I „ „ $t_2{}^0$
„ U „ A „ „ tb^0

XI. „ G_2 „ K „ „ $t_1{}^0$ = Gefrierpunkt.
„ G_2 „ I „ „ $t_1{}^0$ = „
„ G_2 „ A „ „ tc^0

Aus IV und VIII ergiebt sich:

XII. t^0 entsprechen δ cal.
$t_a{}^0$ „ e „

Aus V und IX folgt:

XIII. $t_1{}^0$ entsprechen $\delta - a$ cal.
$t_1{}^0$ „ $\delta + a - x$ cal.
$t_a{}^0$ „ $e + l + x$ „

Aus VI und X ergiebt sich:

XIV. $t_2{}^0$ entsprechen $\delta - a - b$ cal.
$t_2{}^0$ „ $\delta + a + b - x - y$ cal.
$t_b{}^0$ „ $e + l + m + x + y$ „

Aus VII und XI folgt:

XV. $t_1{}^0$ entsprechen $d + a - x - y - z$ cal.
$t_c{}^0$ „ $e + l + m + n + x + y + z$ cal.

Nach der ersten Voraussetzung lassen sich die folgenden Beziehungen ableiten:

$e = e + l + x$, demnach ist:

$l + x = 0$ oder

Formel CXXX. $l = -x$ resp.
$x = -l$.

Da l indessen sicherlich positiv ist, so gilt die erstere Formel. Die Deutung dieses Befundes ist die Thatsache, dass in Wirklichkeit während des Sinkens des Quecksilberniveaus von T bis G_1 dem Quecksilber von der Untersuchungsflüssigkeit keine Wärme entzogen, sondern eher zugeführt wird. Denn das flüssige Metall enthält, trotzdem es in gleicher Weise wie die zu untersuchende Lösung der Zimmertemperatur ausgesetzt war, dennoch infolge seines besseren Wärmeleitungsvermögens weniger Wärmeeinheiten als die letztere.

Ferner ist:

$\delta - a = \delta + \alpha - x$. Demnach ergiebt sich:

Formel CXXXI. $x = 2a$ oder Formel CXXXII. $a = -\frac{l}{2}$.

Formel CXXXIII. $\alpha = \frac{x}{2}$, d. h. während des Niveau-Weges TG_1 werden der Untersuchungsflüssigkeit doppelt so viel Wärmeeinheiten von der Kältemischung entzogen, als dem Quecksilber von der ersteren abgegeben werden. Im ersten Stadium des kryoskopischen Versuches wird demnach der Untersuchungsflüssigkeit sowohl vom Thermometer als auch vom Aussengefäss her

Wärme entzogen. Hieraus erhellt die Wichtigkeit der zwischen Kältemischung und Untersuchungsglas eingeschalteten Luftschicht. Würde man die im folgenden Kapitel erörterte Gefrierbeschleunigung über G_1 hinaus verlängern, d. h. würde man den Luftmantel länger als bis G_1 ausschalten, so würde J gefrieren, ehe noch das Quecksilber den vorgeschriebenen Weg bis U zurückgelegt hätte, d. h. man würde ein unrichtiges Ergebnis erhalten. Andererseits erscheint es nach den vorangehenden Erörterungen unnötig, die Gefrierbeschleunigung schon abzubrechen, bevor der Quecksilberspiegel bis G_1 gefallen ist.

Aus den gegebenen Gleichungen folgt ferner:
$\delta + a - x = \delta + a - x - y - z$, demnach ist
$- y - z = 0$, oder
Formel CXXXIV. $y = - z$ resp.
$z = - y$.

Dieser Befund wäre so zu deuten, dass beim Gefrieren die Untersuchungsflüssigkeit Wärme nach aussen abgiebt, statt Calorien in sich aufzunehmen. Nach physikalischen Gesetzen findet beim Uebergange vom Aggregatzustande niederen Grades in einen Aggregatzustand höheren Grades stets eine Wärmeabgabe statt. Beim Schmelzen eines Körpers wird Wärme von ihm aufgenommen, während seines Erstarrens aber wird Wärme nach aussen abgegeben. Diese Thatsachen stimmen also mit dem obigen Befunde überein.

Weiterhin ergiebt sich:
$\delta - a = \delta + a - x - y - z$, demnach ist:
Formel CXXXV. $a = \frac{x + y + z}{2}$

Es werden also von der Kältemischung von innen her doppelt so viel Wärmeeinheiten gewonnen, als im ersten Stadium dem Thermometer zukommen.

Ferner ist:
Formel CXXXVI. $(x + y + z) = - I$. Die letzten beiden Formeln entbehren der Wahrscheinlichkeit. Da indessen auch hervorragende Fachgelehrte keinen Grund hierfür ausfindig machen konnten, so erscheint diese Theorie der Bearbeitung auf dem Wege öffentlicher Debatte würdig. Die übrigen Resultate geben wir kurz wieder:

Formel CXXXVII. $y = 2b \; ; \; b = \frac{y}{2}$

Formel CXXXVIII. $z = - 2b \; ; \; b = - \frac{z}{2}$

Formel CXXXIX. $b = \frac{y - z}{4}$

Formel CXL. $a + b = \frac{1}{2}(x + y)$.

Je grösser die Wegstrecke G_1 U wird, d. h. je tiefer das Quecksilber unter dem Gefrierpunkt herabsinkt, umso grösser wird $m + n$, umso höher steigt also die Aussentemperatur (Temperatur des Aussengefässes) und umso rascher schmilzt das Kältegemisch fort. Mit G_1 U wächst aber auch die Grösse b. Je geringer demnach die Aussentemperatur ist, umso kleiner ist der Wert von b. Hieraus ergiebt sich die praktische Folgerung, dass man, um b möglichst gering zu machen, d. h. um dem Thermometer möglichst wenig Wärme zuzuführen und alsdann zu entziehen, die Aussentemperatur möglichst gering machen soll. Indessen darf die Aussentemperatur die Grenze von —10° nicht überschreiten, da sonst die oben citierte Consequenz allzuhoher Wärmeentziehung aus der Untersuchungsflüssigkeit ein treten kann.

Beim Hinabsteigen des Quecksilbers nimmt der Calorieenwert von A zu um $m + 2b$ cal., beim Hinaufsteigen um $(m + n) - (m + 2b)$ cal. $= n - 2b$ cal., auf dem Wege von G_1 bis G_2 demnach um $m + 2b + n - 2b = m + n$ cal. Je tiefer das Quecksilber unterhalb des Gefrierpunktes herabsinkt, umso grösser wird die Grösse $m + n$ und umso höher steigt die Aussentemperatur. Je höher also die Aussentemperatur ist, umso grösser ist $m + n$, d. h. umso mehr Eis schmilzt fort. Aus den vorangehenden Erörterungen lässt sich demnach folgern, dass es empfehlenswert (aber nicht durchaus erforderlich) ist, die Aussentemperatur auf etwa —8° bis —10° während des Versuches konstant zu erhalten, ein Verfahren, das durch den Aussentrichter des Pektoskopes leicht durchführbar ist. Bei Befolgung dieser Regel werden die folgenden Vorzüge des Pektoskopes präzis zur vollen Geltung kommen:

1. Ausserordentlich schnelles Arbeiten,
2. Sparen an Eis.

Man ersieht hieraus, dass jeder Einzelteil des Pektoskopes aus theoretischen Erwägungen heraus konstruiert ist, und dass jeder Teil seine unentbehrliche praktische Bedeutung hat. Die erlaubten Grenzen der Aussentemperatur sind nach meinen Untersuchungen äusserst beschränkt. Das Minimum der Aussentemperatur ist —10°, das Maximum beträgt schon —5°.

XXVIII. KAPITEL.

Luftmantel und Gefrier-Beschleunigung des Pektoskopes.

Die »Gefrierbeschleunigung« des Pektoskopes besteht aus dem Innencylinder, dem Lufthahne und dem Gebläse. Die Gefrierbeschleunigung verfolgt zunächst den praktischen Zweck, durch rasche Ein- und Ausschaltung eines Luftmantels zwischen Untersuchungsglas und Aussengefäss einen kryoskopischen Versuch für den vielbeschäftigten Arzt in minimaler Zeit zu ermöglichen. Im Vorangehenden ist der Nachweis geführt worden, dass man den Luftmantel im korrekten Experimente sehr wohl bis zu dem Zeitpunkte zu entbehren vermag, wo der fallende Quecksilberspiegel zum ersten Male die ungefähre Höhe des erwarteten Gefrierpunktes erreicht und alsdann weitersinkt. In diesem Momente ist der Luftmantel rasch einzuschalten und dauernd im Innencylinder zu belassen. Bei der Befolgung dieser Regeln erweist sich die Gefrierbeschleunigung des Pektoskopes als eine solche im vollsten Sinne des Wortes, und nur derjenige wird ihren Wert voll zu würdigen verstehen, der nicht viel Zeit auf die einzelne ärztliche Untersuchung verwenden darf und dennoch ein absolut korrektes Resultat von seinem Apparat fordert, sowie derjenige, der wissenschaftlich arbeitet und viele Versuche hintereinander ausführen muss.

Indessen besteht auch eine absolute Indikation für den Gebrauch der Gefrierbeschleunigung. Bei kryoskopischen Untersuchungen des Blutes, die in ausserordentlich hohem Masse das Interesse und die Arbeitskraft der modernen Autoren in Anspruch genommen haben, ist der Gebrauch des Pektoskopes wegen seiner Regulationsfähigkeit der Rührhöhe und Rührgeschwindigkeit, besonders aber gerade durch seine Gefrierbeschleunigung zum unumgänglichen Erfordernis geworden. Die Stimmen der kryoskopierenden Praktiker, welche sich auch jetzt noch gegen die Unzulänglichkeit und Kompliziertheit der bestehenden Untersuchungsmethoden der molekularen Konzentration von arteriellem (im Tierversuch) und venösem Blute, sowie der Venosität desselben erheben, mehren sich von Tag zu Tag, und die mit jeder neuen und selbstständigen Forschung bekannt werdenden Vorschläge zur Modifizierung des Verfahrens vermochten bislang nur die Verwirrtheit auf diesem Gebiete mehr zu fördern, als Klarheit und Einigung zu schaffen.

Wir werden im nächsten Abschnitte dieses Kapitels auf die wichtige Methodik der Blutuntersuchungen bei Verdacht auf Niereninsufficienz, bei Cyanose, Dyspnoe u. a. in einer selbständigen Untersuchung zurückkommen und gehen nunmehr zur Technik der Luftmantel-Regulierung und Gefrierbeschleunigung über. Eine kryoskopische Untersuchung von Körperflüssigkeiten mit Ausnahme des Blutes ist in der folgenden Weise vorzunehmen. Zunächst ziehe man den Schlüssel des Uhrwerkes auf. Man orientiere das Pektoskop so vor sich, dass Lufthahn und Wasserhahn senkrecht übereinander in der Medianebene des Beobachters, diesem zugewandt, zu stehen kommen. Man lasse den Wasserhahn über den zugewandten Rand des Tisches hervorragen, um das Schmelzwasser in ein vor dem Untersucher am Boden erhöht stehendes Gefäss nach Bedürfnis abfliessen lassen zu können, oder man befestige am Wasserhahn selbst einen langen Gummischlauch, der in ein grösseres Gefäss gelegt wird. Alsdann löse man den Lufthahn mit Gebläse von den Klemmen des Gefässdeckels und lege ihn, mit dem Apparate durch den engen Schlauch verbunden, auf den Tisch. Luft- und Wasserhahn sind geschlossen. Nun fülle man durch den geöffneten Trichterdeckel mit sehr kleinen Eisstückchen und diluierter Schwefelsäure das Aussengefäss völlig. Wir empfehlen statt des Eis-Kochsalz-Gemisches einen Zusatz von verdünnter Schwefelsäure zum Eis, weil die letztere die Wirksamkeit der Kältemischung bedeutend mehr erhöht als Kochsalz, weil ferner Kochsalz nach unseren Erfahrungen leicht sich in feste, unwirksame Stücke zusammenformt, die fest und schwer entfernbar am Aussengefäss, der Aussenseite des Innencylinders und des Untersuchungsglases haften können, und weil schliesslich der Gebrauch diluierter Schwefelsäure vor der Anwendung des Kochsalzes den Versuch beschleunigt, also Eis erspart und an Reinlichkeit und Bequemlichkeit das letztere übertrifft.

Es ist praktisch, zuerst diluierte Schwefelsäure (5 – 10 %) bis etwa zum vierten Teile der Gefässhöhe durch eine Flasche vorsichtig in den Trichter hineinzufüllen (ohne die Aussenseite des Gefässdeckels zu benetzen; man richtet den Flüssigkeitsstrahl gegen diejenige Trichterseite, nach welcher hin der Trichterdeckel aufgehoben wird) und dann die vom Schmelzwasser befreiten kleinen Eisstücke mit einer Schaufel nachzufüllen, bis die Eisschicht nahezu den Gefässdeckel berührt.

Nunmehr löse man die Übertragung und nehme der Reihe

nach Innenthermometer. Hartgummi-Einsatz und Untersuchungsglas heraus. Das letztere fülle man, ohne zu schäumen, bis zur eingeätzten Marke mit Untersuchungsflüssigkeit. Alsdann schliesse man das Pektoskop wieder in der umgekehrten Reihenfolge. Die Aussentemperatur muss — 5 bis — 10°, am vorteilhaftesten — 7 bis — 10° betragen. Man erniedrigt die Aussentemperatur durch kräftige Benutzung des Aussenrührers, *der während des Versuches wenig ruhen darf*, insbesonders nicht während der Wegstrecke des Spiegels UG_2, ferner durch Zufüllen von Eis und diluierter Schwefelsäure. Man achte darauf, dass das Aussengefäss infolge der beständigen Vermehrung des Schmelzwassers nicht überläuft und benutze zu diesem Zwecke den Wasserhahn. Die Aussentemperatur wird erhöht, falls sie unter — 10° sinkt, durch vorübergehenden Stillstand des Aussenrührers, oder besser durch Zusatz von Leitungswasser zur Kältemischung nach vorhergehendem teilweisen Ablassen der Schwefelsäure. Beträgt demnach die Aussentemperatur — 4°, so muss sie auf — 5 bis — 10° *erniedrigt*, beläuft sie sich auf — 11°, so muss sie auf — 10 bis — 8° *erhöht* werden. Unter dem Begriffe der *Aussentemperatur* versteht man (nicht die Zimmertemperatur, sondern) den Wärmegrad des Kältegemisches im Aussengefäss.

Nachdem das Untersuchungsglas nach seiner teilweisen Füllung eingesetzt ist, darf man keine Zeit versäumen, mit dem Rührmechanismus zu beginnen. Die Stellung der Windfangflügel ist nach Figur XVIII vorschriftsmässig *und vor Beginn des Versuches* zu bewirken. Man vergesse nicht, vor dem Stellen der Flügel die Flügelschrauben zu lösen und darauf wieder zu befestigen, da ein Einhalten des Rührmechanismus während des Versuches zu Fehlern des Ergebnisses Veranlassung geben kann.

Beim Einsetzen des Rührmechanismus (durch einfaches Verschieben der Bremse) öffne man nun den Lufthahn und entferne das Gebläse von ihm. Währenddessen muss der Aussenrührer fleissig bewegt werden, damit die in den Innencylinder eindringende Kältemischung gleichmässig ist und nach Möglichkeit Eisstückchen enthält. Man befördert diesen Vorgang durch kurzes Saugen am Lufthahne und *Schluss desselben* während des Saugens. Die eindringende Flüssigkeit soll nur die Flüssigkeitssäule der untersuchten Lösung bedecken. Ist das Aussengefäss mit einer Schneeschicht bedeckt, so suche man dieselbe nicht zu entfernen, um den Vorgang im Innern des Apparates beob-

achten zu können, sondern schliesse den Lufthahn, sobald Schmelzwasser bis zu der Strecke des Kapillarschlauches angesaugt ist, wo ein kleines Beobachtungsröhrchen aus Glas eingelegt ist. Versäumt man, in diesem Augenblicke den Hahn zu schliessen und das Saugen sofort zu unterbrechen, so läuft man Gefahr, die Kältelösung in den Mund zu bekommen. Nach Schluss des Lufthahnes setze man sofort das Gebläse wieder an ihn an. Sobald nun das Quecksilberniveau bis nahe an den ungefähr erwarteten Gefrierpunkt herabgesunken ist, was sehr schnell erfolgt, öffne man sofort den Lufthahn und drücke kräftig mehrere Male das Gebläse, bis man deutlich Luftblasen mit grossem Geräusche im Gefässe aufsteigen *hört; alsdann schliesse man sogleich den Lufthahn.* Von diesem Moment an bewegt sich der Quecksilberspiegel langsamer nach unten bis zum tiefsten Punkte U und schiesst dann nach scheinbarem Stillstande plötzlich in die Höhe. Das Ablesen des Resultates erfolgt nach den im vorigen Kapitel erörterten Regeln. Über den Punkt U habe ich die Gesetzmässigkeit beobachten können, dass er umso höher gelegen ist, je mehr sich die Aussentemperatur dem Maximum von — 10° absteigend nähert, dass er jedoch eigentümlicher Weise bei dem unkorrekten Herabsteigen der Aussentemperatur über — 10° — (beobachtet bei — 11° bis — 17°) gerade im umgekehrten Verhältnis sich bewegt, indem er mit über — 10° absteigender Temperatur wieder allmählich tiefer herabsinkt (bis — 4,5°). Überhaupt spricht der Stand des Punktes U bei der Untersuchung physiologischer oder pathologischer Flüssigkeiten unterhalb — 3,42° am Innenthermometer mit Sicherheit für unkorrekte Versuchsbedingungen.

Ist das erwartete kryoskopische Resultat vorher unbekannt, so sei man im Gebrauche der Gefrierbeschleunigung vorsichtig und schalte den Luftmantel eher zu kurze Zeit als zu lange aus, da unterhalb des Gefrierpunktes G_1 die Lufthülle eine unentbehrliche Forderung eines exakten Versuches ist. Will man Vorsicht gebrauchen, so lasse man die Gefrierbeschleunigung nur bis — 0,2° bis — 0,3° Quecksilberstand am Innenthermometer wirken.

Nach beendetem Versuche befreie man den Apparat von den enthaltenen Flüssigkeiten, fülle das Aussengefäss mit klarem Wasser und lasse es spontan durch den Wasserhahn ablaufen.

Kryoskopische Blutuntersuchungen.

Bei den Reihenuntersuchungen über kryoskopische Versuchsbedingungen gelangte ich zu dem wichtigen Resultate, dass Blut einen anderen Gefrierpunkt aufweist als das Blutserum desselben Organismus. Diese bemerkenswerte Erfahrung, für die ich in der gesammten Litteratur keine Analogie aufzufinden vermochte, veranlasste mich, diese Verhältnisse im Experimente genauer zu studieren und mit den bekannt gewordenen kryoskopischen Thatsachen in Einklang zu bringen. Da zu jener Zeit infolge meiner fortschreitenden Untersuchungen die Hauptprinzipien des Pektoskopes erst im Entstehen begriffen waren, so suchte ich zunächst die erhaltene Differenz der Gefrierpunkte von Blut und Serum auf Versuchsfehler, die dem Apparate in seiner damaligen Unvollkommenheit noch anhafteten, zurückzuführen. Diese Annahme liess indessen keine befriedigende Erklärung für die angegebene Beobachtung zu. Denn wenn ich auch durch die sorgfältige Regulierung von Rührhöhe und Rührgeschwindigkeit das kryoskopische Ergebnis des Blutes um mehrere Tausendel Grade zu erhöhen vermochte, so wies doch die konstant nachweisbare relative Hyperosmose des Blutserums im Vergleich zum Blute auf das Beteiligtsein anderer Faktoren am Zustandekommen der differenten Versuchsergebnisse hin. Als hierauf die Gefrierbeschleunigung dem Pektoskope eingefügt und die Regulationsfähigkeit des Innenrührers auf das Genaueste präzisiert wurde, zeigten sich zwei neue, auffallende Thatsachen. Wurde beim Beginn einer Untersuchung des Blutes die Gefrierbeschleunigung in Thätigkeit gesetzt, während die gleiche Blutprobe in einem zweiten Pektoskope mit Luftmantel kryoskopiert wurde, so erhielt ich im ersteren Apparate einen höheren Gefrierpunkt, als die Ablesung am zweiten Apparate für die gleiche Blutprobe ergab. Teilte man eine neue Blutprobe in zwei Hälften und kryoskopierte sie unter Benutzung der Gefrierbeschleunigung in beiden Apparaten, jedoch mit dem Unterschiede, dass im ersteren Pektoskope der Rührmechanismus sofort bei Beginn des Versuches, im zweiten Apparate aber erst dann in Wirksamkeit gesetzt wurde, wenn die Quecksilbersäule des letzteren Innenthermometers auf 0° gesunken war, so erhielt ich mit konstanter Wiederkehr im ersteren Apparate einen höheren Gefrierpunkt als im zweiten. So klar diese Versuche auch für den Grund der beobachteten Gefrierpunktsdifferenzen sprachen, so setzte ich

dennoch die Reihe meiner Experimentaluntersuchungen fort, um vollständig sicher zu gehen. Ich zentrifugierte vermittelst der Handzentrifuge (die ich bei weitem wegen ihrer höheren Wirksamkeit dem durch Leitungswasser betriebenen Motor vorziehe) zwei gleiche Blutproben (in allen diesen Versuchen dem Kaninchen entnommen), mit der Modifikation, dass ich die eine Blutprobe fest mit einem sorgfältig gereinigten Gummipfropfen, der genau bis an das Niveau des Blutes im Gläschen herabreichte, verschloss, während ich die andere Blutprobe offen zentrifugierte. Unter allen Cautelen kryoskopiert ergab die erste Blutprobe einen tiefer liegenden Gefrierpunkt, als die letztere. Zugleich liess sich beobachten, dass bei häufigerem Kryoskopieren desselben Blutes der kryoskopische Befund mehr und mehr in die Höhe stieg, wenn das Maximum der korrekten Rührhöhe oder das Maximum der korrekten Rührgeschwindigkeit absichtlich überschritten wurde. Bei korrekter Rührhöhe und -Geschwindigkeit stieg der abgelesene Gefrierpunkt nicht mit der Zahl der angestellten Versuche, wenn die Gefrierbeschleunigung vorschriftsmässig in Benutzung gezogen wurde.

Ich gebe an dieser Stelle die wichtigsten der erhaltenen Versuchsresultate wieder. Es bedeutet:

A_1 = Aussentemperatur beim Beginn des Versuches,
A_2 = „ , wenn Hg bei G_1 (cf. Figur XIX).
A_3 = „ „ „ „ U.
A_4 = „ „ „ „ G_2.
Rh = Rührhöhe.
Rg = Rührgeschwindigkeit.
U = Tiefster Stand des Quecksilberniveaus am Innenthermometer (cf. Fig.)
δ = Molekulare Konzentration der Untersuchungsflüssigkeit.
Vb = Versuchsbedingungen.
Kb = Kaninchenblut.
Ks = „ serum.

Versuch I.

Rh. übernormal	Manuell	$A_1 = -9^0$
Rg. wechselnd		$A_2 = -8^3/_4{}^0$
$U = -2{,}905^0$		$A_3 = -7^1/_4{}^0$
$\delta = -0{,}564$		$A^4 = -7^0$

Vb: Kb. Blutprobe I. Luftmantel.

Versuch II.

Rh. übernormal } Manuelles Rühren Rg. wechselnd } U = — 3,150 ° δ = — 0,565 °	A_1 = — $8\frac{1}{4}$ ° A_2 = — 8 ° A_3 = — $7\frac{1}{4}$ ° A_4 = — $6\frac{3}{4}$ °

Vb: Ks. Offen zentrifugiert. Blutprobe I. Luftmantel.

Versuch III.

Rh. normaler } Rührmechanismus Rg. normaler } U = — 2,705 ° δ = — 0,572 °	A_1 = — 10 ° A_2 = — $9\frac{1}{2}$ ° A_3 = — 9 ° A_4 = — $8\frac{1}{2}$ °

Vb: Kb. Probe I. Luftmantel.

Versuch IV.

Rh. normaler } Rührmechanismus Rg. normaler } U = — 3,350 ° δ = — 0,567 °	A_1 = — 7 ° A_2 — 7 ° A_3 = — $6\frac{1}{4}$ ° A_4 = — $5\frac{3}{4}$ °

Vb: Kb. Probe II. Luftmantel.

Versuch V.

Rh. } normaler (Mechanismus) Rg. } U = — 3,100 ° δ = — 0,571 °	A_1 = — $9\frac{3}{4}$ ° A_2 = — $9\frac{1}{2}$ ° A_3 = — $8\frac{3}{4}$ ° A_4 = — $8\frac{1}{4}$ °

Vb: Kb. Probe II. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4 °.

Versuch VI.

Rh. } normaler (Mechanismus) Rg. } U — 3,325 ° δ — 0,566 °	A_1 = — $6\frac{1}{2}$ ° A_2 = — $6\frac{1}{2}$ ° A_3 = — $5\frac{3}{4}$ ° A_4 — $5\frac{1}{2}$ °

Vb: Kb. Probe III. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4 °. Ohne Rührpause beim Beginn des Versuches.

Versuch VII.

Rh. } Rg. } normal (Mechanismus) mit Rührpause	A_1 = — 10°
	A_2 = — $9^1/_2$°
U = — 2,055°	A_3 = — 9°
δ = — 0,572°	A_4 = — $8^3/_4$°

Vb: Kb. Probe III. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4°. Rührpause T bis 0° (cf. Fig. XIX).

Versuch VIII.

Rh. } Rg. } normaler (Mechanismus)	A_1 = — $8^1/_4$°
	A_2 = — 8°
U = — 2,950°	A_3 = — 7°
δ = — 0,568°	A_4 = — $6^3/_4$°

Vb: Ks. Probe IV. Offen zentrifugiert. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4°.

Versuch IX.

Rh. } Rg. } normaler (Mechanismus)	A_1 = — 9°
	A_2 = — $8^3/_4$°
U = — 2,565°	A_3 = — 8°
δ = — 0,576°	A_4 = — $7^1/_2$°

Vb: Ks. Probe IV. Unter Luftabschluss (Pfropfenverschluss) zentrifugiert. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4°.

Versuch X.

Rh } Rg } normal (Mechanismus)	A_1 = — $9^1/_2$°
	A_2 = — $9^1/_4$°
U = — 2,050	A_3 = — $8^3/_4$°
δ = — 0,590°	A_4 = — $8^1/_2$°

Vb: Probe V. Ohne Rührpause. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4°. Kb.

Versuch XI.

Rh } Rg } normal (Mechanismus)	A_1 = — 10°
	A_2 = — $9^3/_4$°
U = — 2,105	A_3 = — 9°
δ = — 0,580°	A_4 = — $8^3/_4$°

Vb: Probe V. Ohne Rührpause. Kb. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4°.

Versuch XII.

Rh, Rg normal (Mechanismus)	A_1 — $8^1/_4$ °
	A_2 — 8°
U = — 3,075	A_3 — $7^3/_4$ °
δ = — 0,572°	A_4 — 8°

Vb: Probe V. Kb. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4°. Ohne Rührpause.

Versuch XIII.

Rh normal (Mechanismus)	A_1 — 10°
Rg 1 Rührpause beim Beginn — 0°	A_2 — $9^1/_2$ °
U — 2,954	A_3 — $9^1/_4$ °
δ — 0,605°	A_4 — 9°

Vb: Probe VI. Kb. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4°.

Versuch XIV.

Rh normal (Mechanismus)	A_1 — $9^3/_4$ °
Rg 1 Rührpause beim Beginn — 0°	A_2 — $9^3/_4$ °
U — 2,960	A_3 — $9^1/_2$ °
δ — 0,597°	A_4 — 9°

Vb: Probe VI. Kb. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4°.

Versuch XV.

Rh normal (Mechanismus)	A_1 — 8°
Rg 1 Rührpause beim Beginn — 0°	A_2 — $7^3/_4$ °
U — 3,355	A_3 — $7^1/_4$ °
δ — 0,585°	A_4 — $7^1/_4$ °

Vb: Probe VI. Kb. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4°.

Für kryoskopische Blutuntersuchungen erscheint die präzise Definition eines Wortbegriffs von Wichtigkeit, der bisher nur eine ungenaue und schwankende Auffassung erfahren hat, nämlich der ärztliche Ausdruck Venosität. So sehr wir uns im Prinzipe gegen die Änderung gebräuchlicher Definitionen sträuben, so stehen wir doch in diesem Falle der unbedingten Notwendigkeit gegenüber, den gegebenen Begriff in seiner Bedeutung aufzuklären und zu präzisieren, um die Befunde scharf auseinanderhalten zu können. Unter dem Begriffe der Venosität versteht man einen pathologischen Zustand des arteriellen Blutes, in dem es dem venösen gleicht. Der Sauerstoffgehalt des Blutes ist herabgesetzt, der

Gehalt an Kohlendioxyd vermehrt, der Kochsalzgehalt des Blutserums ist verringert, seine molekulare Konzentration erheblich vermehrt; kurz, man identifiziert Venosität mit den Eigenschaften cyanotischen Blutes. Diese Definition halte ich deshalb für eine unpraktische, weil der Arzt selten genug dazu kommt, arterielles Blut intra vitam des Patienten überhaupt zu beurteilen, da es ihm für die Untersuchung unzugänglich ist. Man ist infolgedessen weiter gegangen und hat unter Venosität des Blutes einerseits das symptomatisch erkennbar werdende Venöswerden des arteriellen Blutes verstanden; ich glaube, dass man meinem Gegenargument zustimmen wird, dass eine derartige Venosität niemals messbar, nie der experimentellen Bestimmung zugänglich sein wird. Andererseits hat man richtig geschlossen, dass mit steigendem Kohlensäuregehalt des Arterienblutes auch ein erhöhter venöser Zustand des Venenblutes eintritt und glaubte unter dem Begriffe der Venosität einfach die molekulare Konzentration des Venenblutes verstehen zu müssen. Wollte man demnach eine Cyanose graduell-diagnostisch beurteilen, so kryoskopierte man das Venenblut und nannte den Gefrierpunkt des Venenblutes seine Venosität. Offenbar ist dieses Vorgehen nur bedingungsweise anzukennen. Wenn auch nachgewiesen ist, dass die Kohlensäure osmotisch spannend auf das Blut einwirkt, so ist damit durchaus nicht bewiesen, dass eine hohe osmotische Spannung allein der Kohlensäure ihre Entstehung verdankt. Wir kennen ausser der Kohlensäureüberladung viele physiologische und pathologische Zustände, bei denen die osmotische Blutspannung sogar sehr erheblich gesteigert sein kann, ohne dass den Blutgasen ein besonderer Anteil bei diesen Vorgängen zuzusprechen sei. Indessen wissen wir aus den Untersuchungen von v. Korányi, Köppe, Zikel u. a., dass wir ein sicheres Mittel besitzen, um den Grad der Mitwirkung der Kohlensäure bei einer bestimmten pathologischen osmotischen Spannungserhöhung mit Sicherheit beurteilen zu können. Wir können nämlich diese Verhältnisse dadurch aufklären, dass wir das Venenblut erwärmen oder schon bei Zimmertemperatur defibrinieren (Rumpel), oder Sauerstoff hindurchleiten (v. Korányi), oder endlich einfach Luft hindurchblasen resp. mit Luft kräftig durchschütteln, indem man im hohen Strahle das Blut aus zwei Gefässen ineinander übergiesst (H. Zikel). Die Erythrocyten beschleunigen den Austritt der Kohlensäure aus dem Blute. (von Korányi, im Hinweis auf meine Untersuchungen.) Die Kohlen-

säure bedingt an sich mit wachsendem Gehalte (v. Korányi, H. Köppe u. a.) eine Hyperosmose des Blutes.

Aus diesen Überlegungen heraus ergiebt sich die strikte Folgerung, dass man unter dem Begriffe der Venosität des Blutes das Verhältnis des pathologischen kryoskopischen Blutbefundes zum Gefrierpunkte des mit Luft oder Sauerstoff bis zur völligen Entfernung der Kohlensäure geschüttelten Venenblutes zu verstehen hat. Wenn:

V = Venosität des (Venen-) Blutes
δ = molekulare Konzentration des frisch entleerten, vorsichtig pektoskopierten Venenblutes (Normaler Rührmechanismus in Bezug auf Höhe und Geschwindigkeit. Ruhepause bis 0°. Gefrierbeschleunigung bis — 0,4°)
δ_a = Gefrierpunkt des dekarbonisierten Venenblutes Norm. Rührmech. Keine Rührpause. Gefrierbeschl. bis — 0,4°)

so ergiebt sich:

$$\text{Formel CXLI.} \quad V = \frac{\delta}{\delta_a}$$

Die Venosität des Blutes stellt demnach eine unbenannte Zahl dar. Geht man von der folgenden Beziehung aus:

$$\text{Formel CXLII.} \quad k = \frac{\Delta\,\delta}{2\,\varphi_1\,\Delta - \varphi_1{}^2\,K}, \text{ worin}$$

k = Chlornatrium-Prozentgehalt des Blutes
Δ = Molekulare Konzentration des Harnes
δ = Gefrierpunkt des Blutes
K = Chlornatrium-Prozentgehalt des Harns
φ_1 = kryoskopische Konstante (cf. »φ«)

bedeuten, so verhalten sich die Prozentgehalte zweier osmotisch differenter Blutsera:

$$\frac{k}{k_a} = \frac{\Delta\delta\,(2\,\varphi_1\,\Delta_a - \varphi_1{}^2\,K_a)}{\Delta_a\,\delta_a\,(2\,\varphi_1\,\Delta - \varphi_1{}^2\,K)}.$$

Da im vorliegenden Falle nur das Blut von einem Individuum vorliegt, so ist:

$$\Delta = \Delta_a \quad \text{und} \quad K = K_a.$$

Die Formel CXLII würde demnach einen Trugschluss zulassen. In der That verhält sich annähernd:

Formel CXLIII. $\frac{k_a}{k} = \frac{\delta}{\delta_a}$ und

Formel CXLIV. $V = \frac{k_a}{k}$, wenn

k = Chlornatrium-Prozentgehalt einer frischen, unter Luftabschluss (Gummipfropfen-Verschluss cf. o.) zentrifugierten und alsdann nach der Modifikation A. v. Korányis untersuchten Venenblut-Probe,

k_a = Chlornatrium-Prozentgehalt einer frischen mit Luft durchschüttelten und alsdann offen zentrifugierten und nach der obigen Methode untersuchten Venenblut-Probe.

Formel CLXI ist für praktische Untersuchungen bestimmt, während das kompliziertere Verfahren von Formel CXLIV mehr das wissenschaftliche und klinische Interesse beansprucht. Wir vermögen aus eigener Erfahrung die in der vorliegenden Schrift erörterte Modifikation A. v. Korányi's für Chlornatriumbestimmung im Blutserum als brauchbare und genaue Methode anempfehlen, nur ist das leicht eintretende Herausspritzen der Untersuchungsflüssigkeit aus dem Stehkolben während des Erhitzens mit kleiner Bunsenflamme zu vermeiden, da ein einziger herausgeschleuderter Tropfen das Resultat natürlich abzuändern vermag. Die Titration erfordert besondere Vorsicht, da die Änderung der Farbe oft überraschend schnell eintritt.

Will man die Sufficienz resp. Insufficienz der Nieren feststellen, so bedarf das entnommene Blut nicht der vorangehenden Vorsichtsmassregeln, da das Blut kräftig mit Luft oder Sauerstoff zu durchsetzen ist, um von »der Kohlensäure unabhängige Werte zu erhalten« (A. v. Korányi). In diesem Falle ist auch die Rührpause beim Beginn des Versuches auszuschalten.

Kritik des Pektoskopes.

Das Pektoskop hat sich als ein wirklich brauchbares und korrektes Messinstrument für osmologische Untersuchungen erwiesen. Nach einer Reihe von nahezu tausend Experimentaluntersuchungen, die wir, häufig in strapazierender Aufeinanderfolge, an unserem Apparate angestellt haben, ohne dass das Instrument irgendwie an Präzision oder Aussehen verloren habe, erscheinen wir zu dem Urteil berechtigt, dass kein kryoskopisches

Instrument in so korrekter und feiner Weise wie gerade das Pektoskop arbeitet, das im Gegensatz zu allen anderen Molekulargewichts-Bestimmungsapparaten bei korrekter Technik ausnahmslos genaue Resultate ergiebt. Die Beliebtheit, die sich der Apparat bei deutschen und ausländischen Forschern errungen hat, spricht deutlich genug für die Thatsache, dass kein osmologisches Instrument so würdig ist, in gleicher Weise den Demonstrationstisch wie den Arbeitstisch des praktischen Arztes und Klinikers zu zieren, wie das Pektoskop.

III. Abschnitt. Theoretische Osmologie.

XXIX. KAPITEL.

Osmologische Stöchiometrie und Terminologie.

Einführung.

Mit den folgenden Darlegungen bezwecken wir vornehmlich, dem Arzte eine rasche Orientierung über alle im Gesammtgebiete der Osmologie vorkommenden wissenschaftliche Begriffe und Berechnungen zu geben. Wie überall auf dem weiten Gebiete der Osmologie, so thront auch hier in der Schaffung neuer ärztlicher Begriffe, in der Zusammenstellung wichtiger Formeln, in der neuen, präziseren Namengebung gekannter Thatsachen der Name A. v. Korányis. Wir haben seine theoretischen Erörterungen und Beziehungsgleichungen, sowie die seiner würdigen Mitarbeiter und Schüler im Folgenden erschöpfend dargestellt, berichtigt, vereinfacht, erweitert und durch eine Reihe eigener, neuer Formeln und Bezeichnungen zu ergänzen versucht. Gleichzeitig haben wir bestätigende Beweise der bisher aufgefundenen Thatsachen aus der medizinischen Litteratur zu erbringen nicht unterlassen, sodass mancher Autor zur Bestätigung unserer Formeln herangezogen wurde, dessen Experimente einem vollständig anderem Zwecke dienten. Jeden gegebenen Begriff haben wir möglichst nach folgendem Schema auseinandergesetzt:

I. Definition des Wortbegriffes oder Symboles.
II. Molekularberechnung.
III. Wissenschaftliche Erörterung.
IV. Bedeutung für die ärztliche Praxis.

V. Formeln.

VI. Zahlenbelege aus der Litteratur.

Dieses Schema, das bei jedem der folgenden Kapitel nach Möglichkeit durchgeführt wurde, sodass der Arzt sich augenblicklich zu orientieren vermag, ob das von ihm Gesuchte am Anfange, in der Mitte oder am Schlusse eines Kapitels zu suchen sei, bedarf zu seinem Verständnis einer genaueren Auseinandersetzung. In der Definition habe ich zunächst, wo es durchzuführen war, die wörtliche Übersetzung des Begriffes, dann seine Bedeutung und schliesslich eine Kritik der anderweitigen vorgegeschlagenen Definitionen gegeben. Der Definition habe ich nun aus ganz bestimmten Gründen eine möglichst umfassende Molekularberechnung folgen lassen. Die Osmologie als Wissenschaft sucht nämlich vermöge ihrer eigentümlichen Bestimmung in die innersten Probleme der Naturwissenschaften viel tiefer einzudringen, als dies bei irgend einer anderen ärztlichen Disziplin bisher möglich oder notwendig war. Die Erforschung der molekularen Struktur- und Energieverhältnisse des Organismus ist als das eigenste Gebiet der Osmologie aufzufassen. Jede einzelne osmologische Definition bedingt die Klarlegung und Würdigung der molekularen Verhältnisse, die den definierten Wortbegriff charakterisieren.

Bei den bisherigen Darlegungen osmologischer Wortbegriffe sind nun allerdings die molekularen Bedingungen teilweise gewürdigt, leider aber nur relativ wenig durch Molekularformeln rechnerisch gestützt worden, sodass sich oft durch die Formel die gegebene Definition widerlegen oder wenigstens präzisieren lässt. Aus diesem Grunde habe ich die wichtigen Molekularberechnungen angeschlossen, um ein klares Bild von den, in jedem einzelnen Falle charakteristischen, Verhältnissen der Moleküle einer Substanz unter sich und ihr Verhalten gegen die Moleküle anderer Substanzen durch die Formel zu geben. Auf diese Weise wird die ärztliche Anschauungsweise von den Krankheitsprozessen im Organismus unendlich mehr vertieft und freier von den mechanisch erlernbaren Wortbegriffen werden. Durch die neuen Begriffe werden neue theoretische Anschauungen gegeben, und diese Darlegungen finden im dritten Abschnitte des Schemas ihre Ausführung. Die übrigen Teile des Schemas sind wohl ohne weiteres in ihrer Bestimmung zu erkennen.

Osmologische Bedeutung des Quotienten f.

Unter dem Symbole f versteht man nach v. Korányi »das Mass des Mischungsverhältnisses der chlorfreien und chlorhaltigen Moleküle des Harns«. Man bestimmt rechnerisch dieses Mischungsverhältnis, welches physiologisch beim Menschen annähernd konstant ist, durch den Quotienten $\frac{\Delta}{K}$, d. h. durch das Verhältnis des Gefrierpunktes des Harns zu seinem Kochsalz-Prozentgehalte. Allerdings darf die oben gegebene Definition nicht als eine streng wissenschaftliche aufgefasst werden, da ja der Gefrierpunkt nicht nur die Zahl der chlorfreien Moleküle, sondern die Gesammtzahl aller Moleküle, also der Chloride plus der Achloride, relativ bestimmt. Als vorteilhafte Definition des Quotienten f würde ich demnach die folgende vorschlagen: Unter dem Symbole f versteht man das Verhältnis sämmtlicher gelöster Moleküle des Harns zu seinen chlorhaltigen Molekülen. Aber die v. Korányi'sche Definition giebt wie alle Darstellungen dieses Autors ein so anschauliches, annäherndes Bild von dem wichtigen Mischungsverhältnis der Achloride zu den Chloriden, dass sie beibehalten werden kann, wenn man sich nur bewusst ist, dass sie nicht wörtlich genommen werden darf.

Die stöchiometrische Untersuchung der osmologischen Bedeutung des Quotienten f möchte ich durch die folgende Molekularberechnung ausführen:

1 Molekül Wasserstoffgas wiege w mgr [w = 0,00 . . (20 Nullen) . . 00166 mgr.] Alsdann wiegt 1 Molekül einer festen einheitlichen Substanz M . w mgr, wenn M das Molekulargewicht der betreffenden Substanz angiebt.

Demnach wiegen 1000 Moleküle Substanz M w gr, also wiegen $\frac{1000\ p}{M w}$ Molekule Substanz p gr, oder:

In p gr Substanz sind $\frac{1000\ p}{M w}$ Moleküle vorhanden. Bezeichnet man die Zahl der in p gr Substanz enthaltenen Moleküle mit m_1, so ist:

Formel CXLV. $m = \frac{1000 . p}{M . w}$

Man denke sich p gr einer einheitlichen Substanz vom Molekülargewichte M in 100 ccm Aq. dest. aufgelöst. In diesem Falle sind also:

$m = \frac{1000 \cdot p}{M_w}$ Molekule in 100 ccm Wasser aufgelöst

vorhanden, wenn man vorläufig von Dissociationsprozessen absieht. —

In 100 Volumeinheiten menschlichen Harns seien aufgelöst worden: m_a chlorfreie Moleküle. — Ausserdem seien: m_c Chlornatrium-Moleküle (nach ihrer Vermehrung durch Dissociation) gelöst. Ausser Chlornatrium seien im Harn weiterhin gelöst die Substanzen v, w, x etc.

Alsdann ist gemäss der obigen Formel:

$$\text{Formel CXLVI.} \quad m_a = \frac{1000}{w}\left(\frac{p_v}{M_v} + \frac{p_w}{M_w} + \frac{p_x}{M_x} + \cdots\right)$$

Waren von Chlornatrium ursprünglich durch die Nieren m_1 $\left(= \frac{1000\,p}{M_w}\right)$ Moleküle in den Harn abgeschieden worden, so haben sich durch Dissociation aus den m_1 Molekülen Jonen abgespalten, sodass die Zahl der Moleküle auf m_2 vermehrt worden ist. Bezeichnet i den Dissociationscoeffizienten des Chlornatriums, so besteht die Beziehung:

$$\text{Formel CXLVII.} \quad \frac{m_2}{m_1} = i, \text{ also}$$

$m_2 = m_1 \,.\, i$, demnach ergiebt sich, dass

$$\text{Formel CXLVIII.} \quad m_c = \frac{1000\,p\,i}{M_w}$$ Chlornatriummoleküle plus Jonen

nach dem Vorgange der Dissociation sich im Harn gelöst vorfinden. Bezeichnet man den Prozentgehalt p an Kochsalz in der Harnflüssigkeit, wie bei den übrigen Berechnungen, mit K, und setzt für K den normalen Prozentgehalt des Harns an Chlornatrium = 1,2 und für i (Dissociationscoefficient des Chlornatriums) den Wert dieses Coefficienten = 1,9 ein, wobei beides als normale Durchschnittswerte zu gelten haben, so lässt sich die Beziehung folgern:

$$\text{Formel CXLIX.} \quad \frac{m_a}{m_c} = \frac{1000\left(\frac{p_v}{M_v} + \frac{p_w}{M_w} + \frac{p_x}{M_x} + \cdots\right) . M . w}{w \,.\, 1000 \,.\, K \,.\, i},$$

also:

$$\text{Formel CL.} \quad \frac{m_a}{m_c} = \frac{M\left(\frac{p_v}{M_v} + \frac{p_w}{M_w} + \frac{p_x}{M_x} + \cdots\right)}{K\,i}$$ und nach

Einsetzung der obigen Werte

$$\text{Formel CLI.} \quad \frac{m_a}{m_c} = \frac{58{,}5}{1{,}2 \,.\, 1{,}9} \cdot \left(\frac{p_v}{M_v} + \frac{p_w}{M_w} + \frac{p_x}{M_x} + \cdots\right),$$ wobei:

M = Molekulargewicht des Chlornatriums = 58,5 gegesetzt wurde.

Demnach lässt sich folgern:

Formel CLII. $\frac{m_a}{m_c} = 25,7 \left(\frac{p_v}{M_v} + \frac{p_w}{M_w} + \frac{p_x}{M_x} + \cdot \cdot \cdot \cdot\right)$

Ausser Chlornatrium ist nur Harnstoff in grösserer Menge gelöst: Bezeichnet man den Harnstoff $CO(NH_2)_2$ mit v, so ist:

p_v = Prozentgehalt des Urins an Harnstoff = 1,5 (Durchschnittswert)

und M_v = (Molekulargewicht des Harnstoffs) = 60, also:

Formel CLIII. $\frac{p_v}{M_w} = \frac{1,5}{60} = \frac{1}{40}$.

Die übrigen Quotienten können wegen ihrer Kleinheit vernachlässigt werden, da ihre Zähler sehr geringe, die Nenner aber relativ sehr grosse Werte aufweisen. Es ergiebt sich demnach:

$$\frac{m_a}{m_c} = 25,7 \cdot \left(\frac{1}{40} + \ldots\right) = \frac{25,7}{40}, \text{ oder:}$$

Formel CLIV. $\frac{m_a}{m_c}$ = 0,64 = Verhältnis der Molekülzahl der Achloride des normalen Harns zur Anzahl der Chlornatrium-Moleküle. (Definition nach v. Korányi für f.)

Im Harn seien insgesammt gelöst m_x Moleküle. Ein Teil von diesen seien m_c Chlornatrium-Moleküle plus Jonen nach der Dissociation. Es seien also $m_x - m_c$ -Moleküle von Achloriden im Harn gelöst. Wie oben ist alsdann:

Formel CLV. $m_c = \frac{1000\, p_i}{M w}$, dagegen besteht für m_x die Beziehung:

m_x = chlorfreie plus chlorhaltige Moleküle, also:

Formel CLVI. $m_x = \frac{1000}{w} \left(\frac{p_v}{M_v} + \frac{p_w}{M_w} + \ldots .\right) + \frac{1000\, p_i}{M \cdot w}$. Demnach lässt sich folgern:

Formel CLVII. $m_x = \frac{1000}{w} \left(\frac{p_i}{M} + \frac{p_v}{M_v} + \frac{p_w}{M_w} + \ldots .\right)$, oder es verhält sich:

Formel CLVIII. $\frac{m_x}{m_c} = \frac{1000 \left(\frac{p_i}{M} + \frac{p_v}{M_v} + \ldots ..\right) M \cdot w}{w \cdot 1000\, p_i}$,

Formel CLIX. $\frac{m_x}{m_c} = \frac{M}{p_i} \left(\frac{p_i}{M} + \frac{p_v}{M_v} + \ldots ..\right)$, also nach Einsetzung der obigen Werte:

Formel CLX. $\frac{m_x}{m_c} = 25,7 \left(\frac{1,2 \cdot 1,9}{58,5} + \frac{1,5}{60} + \ldots\right)$

Formel CLXI. $\frac{m_x}{m_c}$ = 1,64 = Verhältnis sämmtlicher gelöster Harnmoleküle zur Anzahl der Chlornatriummoleküle. (Definition nach Zikel für f.)

Da die klinischen Bestimmungen für den Quotienten f übereinstimmend den Durchschnittswert 1,6 ergaben, so ist die letztere Definition die korrekte und der ersteren vorzuziehen. Wichtig ist die Bestimmung des Quotienten f für die klinische graduelle Diagnostik. Tritt beispielsweise bei Pneumothorax eine allmählich fortschreitende Resorption der Luft aus dem Pleurasacke ein, so sinkt der experimentell bestimmbare Wert von f parallel dem Fortgange des heilsamen Resorptionsprozesses. Tritt dagegen plötzlich eine Abnahme der Saugwirkung im Thoraxinnern ein, so vermag der prüfende Arzt sofort diesen Stillstand aus dem Wiederansteigen des Quotienten im Harn zu diagnostizieren. Tritt eine starke Drucksteigerung im Abdomen ein, so wird das Diaphragma mechanisch in die Höhe gedrückt und so der Brustraum und die Saugwirkung der Lungenelastizität verkleinert. In diesem Falle wird also ebenfalls das plötzliche Ansteigen von f von diagnostischer Bedeutung sein. Die weiteren Einzelheiten dieser Verhältnisse sind in der osmologischen Pathologie bei den einzelnen Krankheiten abgehandelt worden. Ich möchte hier nur den Beweis anschliessen, dass ich selbst bei denjenigen Autoren, die den diagnostischen Wert der Chlornatrium-Ausscheidung nicht anerkennen, in ihren eigenen Untersuchungsreihen den Beweis für die Richtigkeit der von A. v. Korányi gefundenen Thatsachen erbringen. Ich habe aus den folgenden Fällen von Casper & Richter (Funktionelle Diagnostik etc. Berlin 1901) den Quotienten $f = \frac{\Delta}{NaCl}$ aus den Experimentalergebnissen der Autoren berechnet.

№	Fall	Diagnose	linke Niere	rechte Niere
1	3	R. Pyonephr. l. Amyloidren	1,90	—
2	4	Albuminur. cyclic.	1,71	1,17
3	6	Cystit. lev.	1,17	0,95
4	12	Cystitis	0,94	0,96
5	8	Schrumpfniere	0,97	0,90
6	9	Urethritis	1,14	1,19
7	10	Urethritis	1,53	1,44
8	11	R. Pyonephrit. (tb?)	1,05	0,54
9	17	Nephralg. r. Colic. renales	0,61	0,61
10	18	Lithias. renal. r.	0,90	0,75
11	20	Tumor. ren. l.	—	1,86

(r = rechts, l = links)

Nach v. Korányi schwankt f in der Norm zwischen 1,23 und 1,69.

Es weisen demnach auf:
hypernormale Werte für f die Fälle: 3 l, 4 l u. 20 r.
subnormale Werte für f die Fälle: 4 r, 6 l, r, 12 l, r, 8 l, r, 9 l, r, 11 l, r, 17 l, r, 18 l und r.
normale Werte für f die Fälle: 10 l und r.

Die übernormalen Werte betreffen eine Amyloidniere, Cystitis und eine gesunde Niere. Es ist bei den Fällen 3 und 20 zu beachten, dass es sich hier um funktionelle Anpassungen, offenbar in der zuerst erhöhten Entwickelung, handelt, da aus der andersseitigen Niere kein Sekret geliefert wurde. Die normalen Werte für f betreffen nur Fälle von Urethritis, von denen wir mit Sicherheit die Behauptung aufstellen dürfen, dass das Nierenparenchym völlig frei vom Krankheitsprozesse war, dass also die Urethritis sich nicht weiter aufsteigend ausgebreitet hatte, während wir von Fall 9 das Gegenteil diagnostisch zu behaupten vermögen. Somit ist strikt nachgewiesen, dass der Wert von f in allen angeführten pathologischen Fällen charakteristische Abweichungen von der Norm aufwies.

Bezeichnet man:

Formel CLXII. $f = \frac{\Delta}{K}$

Formel CLXIII. $g = \frac{\delta}{\varkappa}$

φ_1 = Gefrierpunkt einer 1 % NaCl-Lösung

Δ = Gefrierpunkt des Harns

δ = „ „ Blutes.

Experimentell bestimmt:
K = prozentualer Chlornatriumgehalt des Harns
x = prozentualer Chlornatriumgehalt des Blutes

so ist nach Baron Béla Harkányi (Modifikation nach Zikel),

Formel CLXIV. $\varphi_1 = f\left[1 - \sqrt{1 - \frac{g}{f}}\right]$ oder:

Formel CLXV. $f = \frac{\varphi_1}{1 - \sqrt{1 - \frac{g}{f}}}$

Da φ_1 eine Konstante ist, so erkennt man aus der vorliegenden Formel die Abhängigkeit des Quotienten f von der Blutbeschaffenheit (g). Weiterhin folgt aus den Berechnungen von Korányis:

Formel CLXVI. $f = \frac{\varkappa\, \varphi_1^2}{2\, \varphi_1\, \varkappa - \delta}$ und

Formel CLXVII. $f = \frac{p\, \varphi}{K}$ oder

Formel CLXVIII. $f = \frac{100\, a\, \varphi}{x\, K}$, wenn:

p = prozentuale Konzentration der Untersuchungsflüssigkeit (Blut, Harn, Exsudat etc.).
a = Gesammtgehalt an festen Stoffen in gr-Einheiten.
φ = molekulare Konzentration einer Lösung, die in 100 Volumeinheiten Wasser 1 gr des Substanzgemisches enthalten würde.
x = Volumen der Untersuchungsflüssigkeit (in ccm).

Nach von Korányi hängt der Quotient f in seiner Konstanz nicht davon ab, wieviel Eiweiss im Vergleich zum ausgeschiedenen Chlor zersetzt und entleert wird. f verläuft, wie nachgewiesen ist, nicht parallel dem Quotienten:

$$\frac{\text{Stickstoffabscheidung}}{\text{Chlornatriumabscheidung}} = \frac{N}{K} \text{ (Tauszk) oder } \frac{N}{\Delta} \text{ (Zikel)}$$

(die Werte von N, K und $\frac{N}{\Delta}$ mussten rekonstruiert werden).

№	x	Δ	f	$\frac{N}{K}$	$\frac{N}{\Delta}$	N	K
1	1800	1,72	1,24	0,65	0,524	0,751	1,387
2	1745	1,60	1,30	0,58	0,446	0,714	1,231
3	1680	1,68	1,31	0,68	0,519	0,872	1,282

$\frac{N}{K}$ ist demnach grösseren Schwankungen unterworfen, als $\frac{\Delta}{K}$. Wir setzen die vorstehende Tabelle fort:

№	x	Δ	f	$\frac{N}{K}$	$\frac{N}{\Delta}$	N	K
4	1365	1,43	1,32	0,72	0,546	0,781	1,083
5	2020	1,45	1,32	0,83	0,629	1,003	1,099
6	1560	1,80	1,39	0,93	0,669	1,204	1,295
7	1980	1,26	1,47	0,73	0,565	0,712	0,857
8	1795	1,51	1,51	0,78	0,516	0,779	1,000
9	1160	2,01	1,53	0,67	0,438	0,880	1,313
10	1600	1,78	1,58	1,08	0,683	1,216	1,126

Zum Zwecke des genaueren Studiums der Schwankungsverhältnisse stellen wir die von Tauszk experimentell bestimmten und von mir berechneten Werte in einer Kurve dar, welche die Frage zu entscheiden vermag, ob in der Norm ein gesetzmässiger Parallelismus zwischen den einzelnen gegebenen Faktoren stattfindet.

Wir vermögen die sechs nachgewiesenen Beziehungen aus den vorangehenden Experimentalergebnissen zu erhärten, indem wir je 2 aufeinander folgende Resultate durcheinander dividieren, um den Parallelismus zwischen

Δ und $\frac{N}{K}$

Δ „ K

f „ $\frac{N}{K}$ (Annähernde Proportionalität)

$\frac{N}{K}$ und $\frac{N}{\Delta}$ (Annähernde Proportionalität)

$\frac{N}{K}$ und N

$\frac{N}{\Delta}$ „ N

deutlicher hervortreten zu lassen.

Verhältnis ↓	x	Δ	f	$\frac{N}{K}$	$\frac{N}{\Delta}$	N	K
1/2	1,03	1,08	0,95	1,12	1,18	1,05	1,13
2/3	1,04	0,95	0,99	0,85	0,86	0,82	0,96
3/4	1,23	1,17	0,99	0,94	0,95	1,12	1,19
4/5	0,67	0,98	1,00	0,86	0,87	0,78	0,98
5/6	1,29	0,81	0,93	0,89	0,94	0,83	0,85
6/7	0,78	1,43	0,95	1,29	1,19	1,69	1,51
7/8	1,10	0,83	0,91	0,94	1,09	0,90	0,86
8/9	1,55	0,75	0,99	1,16	1,18	0,89	0,77
9/10	0,73	1,13	0,97	0,62	0,64	0,72	1,16

Nach von Korányi ist der abnorm hohe Wert von f das wichtigste Symptom der Nierenstauung.

Interessant erscheint die Thatsache, dass man aus osmologischen Untersuchungen des Blutes oft diejenige des Harns, vice versa, erkennen kann. Es ist in der Norm:

Formel CLXIX. $$f = \frac{\varphi^2 k}{2 \varphi k - \delta}$$ (Zikel).

XXX. KAPITEL.

Diffusionsgeschwindigkeit.

Unter dem Begriffe der **Diffusionsgeschwindigkeit** versteht man die in der Zeiteinheit eine Querschnittseinheit einer tierischen Membran osmotisch in reines Wasser durchdringende Gewichtsmenge einer Substanz. (Salz, Eiweiss etc.) Man ist zur Annahme dieser Definition gezwungen, da man experimentell

nur die durch die Membran diffundierte Stoffmenge, nicht aber die korrekter anzunehmende Weglänge der wandernden Moleküle in der Zeiteinheit zu messen vermag. Für die Osmotherapie und therapeutische Diagnostik sind die Thatsachen von Interesse, dass Glaubersalz und Bittersalz (Natrium- und Magnesiumsulfat) die grösste Diffusionsgeschwindigkeit von den bekannten Heilmitteln besitzen; die nächst geringeren Diffusionsgeschwindigkeiten weisen die osmologisch wichtigen Substanzen: Chlornatrium, Harnstoff und Zucker auf. Wir entnehmen den Angaben von J. Munk, dass die Stärke eines in eine Salzlösung diffundierenden Wasserstromes der Konzentration dieser Salzlösung nahezu proportional ist und mit steigender Temperatur zunimmt, dagegen wächst die Stärke des zum Wasser diffundierenden Salzstromes anscheinend langsamer, als die Temperatur. Die Diffusionsgeschwindigkeit der Colloide ist sehr gering, diejenige von Gummi sogar gleich Null (Graham 1850). Aus einer Mischung von gelösten Krystalloiden und Colloiden wird die Diffusionsgeschwindigkeit der Krystalloide durch die letzteren nur minimal herabgesetzt, während die Diffusionsgeschwindigkeit der Colloide (Schleim, Eiweiss, Karamel, Kieselsäure, Leim, Gummi etc.) durch die Anwesenheit der Krystalloide erheblich verlangsamt wird. Aus Lösungsgemischen von Salzen und Eiweiss diffundiert zuerst das Salz, und diese Thatsache scheint mir den Gedanken nahezulegen, dass diejenigen pathologischen Fälle, bei denen der Gehalt an gelöstem Eiweiss in Sekreten und Exkreten abnorm erhöht ist, eine relative **Armut an Krystalloiden** aufweisen müssen.

Die Diffusionsgeschwindigkeit einer Salzlösung wächst und sinkt mit der Konzentrationsdifferenz der beiden, durch die Membran getrennten Flüssigkeiten.

Im Organismus sind zwei Thatsachen zu Gunsten einer etwas erhöhten Diffusionsgeschwindigkeit des gelösten Eiweisses gegeben: 1. Eiweiss diffundiert mit grösserer Geschwindigkeit gegen eine Salzlösung als gegen reines Wasser (Regeczy, Arch. f. d. ges. Physiol. XXXIV.) und zwar diffundiert Eiweiss gegen Salzlösungen auch durch eine so dichte Membran, durch welche es gegen Wasser nicht hindurchgehen würde. 2. Je geringer die Konzentration einer Eiweisslösung ist, umso grösser ist seine Diffusionsgeschwindigkeit. Ein die Diffusionsgeschwindigkeit des Eiweisses herabsetzender, also im normalen Körper 1. und 2. fast völlig paralysierender Umstand ist hingegen die Thatsache, dass die

Eiweisslösung eine umso geringere Diffusionsgeschwindigkeit aufweist, je mehr Salze in ihr selbst gelöst vorhanden sind. Aus diesem Grunde eben glaube ich mir die pathologisch erhöhte Diffusionsgeschwindigkeit des Eiweisses aus einem Mindergehalt des Blutes an Salzen erklären zu dürfen. Beim Urin ist allerdings eine zweite Möglichkeit der Erhöhung der Diffusionsgeschwindigkeit des Eiweisses in einer Vermehrung der Harnsalze und deren Einwirkung auf das Blut bei verlangsamter Nierenzirkulation gegeben. Aus den Versuchen von Graham (Annal. d. Chem. LXXVII) lässt sich die Diffusionsgeschwindigkeit der folgenden Substanzen berechnen. Sie beträgt, in Gewichtsteilen ausgedrückt (s. o.) bei

Dauer des Versuches 8 Tage, 20% Lösungen, in ein gleiches Volumen Wasser diffundierend. (Die gegebenen Werte sind mit $\frac{1}{g}$ zu multiplizieren, wenn g die Anzahl der Querschnittseinheiten darstellt.)		
	Kochsalz	3,5 gr
	Harnstoff	3,3 „
	Eiweiss	0,2 „
	Rohrzucker	1,6 „
	Gummi	0,8 „
	Magnesiumsulfat	1,7 „
	Schwefelsäure	4,1 „

Ich vermag nun an dieser Stelle die Mitteilung zu machen, dass ich aus theoretischen Erwägungen heraus eine Formel des Verhältnisses der Diffusionsgeschwindigkeiten zweier Lösungen gegen Wasser abgeleitet habe, die deshalb von Wichtigkeit erscheint, weil sie die Beibehaltung der oben gegebenen Definition der Rührgeschwindigkeit anempfiehlt und zugleich ein Mittel in die Hand giebt, die Diffusionsgeschwindigkeit einer beliebigen Substanz theoretisch zu berechnen, sodass also die Grahamschen Versuche nur als experimentelle Bestätigung der rechnerischen Ergebnisse, nicht aber mehr als einziges Mittel zur Bestimmung der Diffusionsgeschwindigkeit einer Substanz gelten können. —

Nach Graham verhalten sich die Ausflussgeschwindigkeiten zweier Gase umgekehrt wie die Quadratwurzeln ihrer spezifischen Gewichte, also

Formel CLXX. $$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{s_2}}{\sqrt{s_1}};$$ wenn

v_1 = Ausflussgeschwindigkeit	des einen Gases	
s_1 = spezifisches Gewicht		
v_2 = Ausflussgeschwindigkeit	„ andern „	
s_2 = spez. Gew.	„ „ „	

Überträgt man diesen analogen Prozess auf Substanzlösungen

bei ihrer Osmose in Wasser, wobei nicht anzunehmen ist, dass etwa die trennende Wand die Moleküle in ihrer Auswanderungsgeschwindigkeit in höherem Masse hemme, so ist

Formel CLXXI. $\frac{c_1}{c_2} = \frac{\sqrt{s_2}}{\sqrt{s_1}}$ (In allen Diffusionsformeln ist der Querschnitt der Membran q = 1 qcm gesetzt und die durchschnittliche Zimmertemperatur von 15° angenommen.)

Da Substanzlösungen sich physikalisch wie Stoffe im gasförmigen Aggregatzustande verhalten, so definiere ich als das spezifische Gewicht einer gelösten Substanz das Verhältnis ihres Gewichtes zu ihrem Volumen, d. h. zu dem Volumen ihres Lösungsmittel, wenn man von den relativ sehr geringen »Flüssigkeits-Kontraktionen gelöster Substanzen,« (von denen sehr häufig in den »Fortschritten der Physik,« speziell in den Sonderbänden »Physik der Materie« berichtet wurde) absieht, also

Formel CLXXII. $s_{Subst.} = \frac{\text{Gewicht}}{\text{Volumen}} = \frac{a}{x_4{}^0}$, wenn

a = Gesammtgewicht der gelösten Substanz
$x_4{}^0$ = Volumen des Lösungsmittels bei 4°C.

Es verhält sich aber

Formel CLXXIII. $a : x_4{}^0 = p\ 100_4{}^0$ (p = Prozentgehalt der Lösung an Substanz), demnach ist

Formel CLXXIV. $s = \frac{p}{100^0}$. Setzt man diese Formel in die oben gegebene ein, so ergiebt sich

Formel CLXXV. $\frac{c_1}{c_2} = \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$. Wie an anderer Stelle hergeleitet werden wird, ist aber an Stelle von p bei dissoziierenden Substanzen $p\left(\frac{M\varphi}{18{,}5\,I}\right)$ zu setzen, worin

M = Molekulargewicht der gelösten Verbindung
φ = Gefrierpunkt einer 1% Lösung-Verbindung in Wasser (nicht Gefrierpunkt einer 1% Chlornatriumlösung! cf. »φ«)
I = Dissoziationscoefficient einer 1% Substanzlösung

Demnach ist:

Formel CLXXVI. $\frac{c_1}{c_2} = \sqrt{\frac{M_2\ p_2\ \varphi_2\ I_1}{M_1\ p_1\ \varphi_1\ I_2}}$ d. h. die Diffusionsgeschwindigkeit einer gelösten Substanz ist proportional der Quadratwurzel ihres Dissoziationscoefficienten, indirekt proportional der Quadratwurzel ihres Molekulargewichtes und der Quadratwurzel der Anzahl

ihrer gelösten Moleküle. Das Produkt p φ giebt die Anzahl der gelösten Moleküle an, es ist bei verdünnten, nicht dissoziierenden Lösungen = Δ anzunehmen, wenn Δ den Gefrierpunkt der betreffenden Substanzlösung bedeutet.

Diese Formel wird durch die oben angeführten Versuchsresultate von Graham vollständig bestätigt:

Nach den experimentellen Bestimmungen von Graham (l.c), H. Koeppe (Physikal. Chem. Wien 1900. S. 16 u. 17) und Zikel (cf. φ) haben sich die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Werte für Harnstoff-, Kochsalz- und Rohrzucker-Lösungen in Wasser ergeben:

N.	Substanz	φ	I	M	p	Verh.
I	Harnstoff	0,30	1,0	60,0	20	I : II
II	Kochsalz	0,60	2,0	58,5	20	I : III
III	Rohrzucker	0,06	1,0	342,0	20	III : II

Experiment	Formel I	Diff.	Formel III	Diff.	Formel II	Diff.
0,94	0,95	0,01	1,00	**0,06**	0,98	**0,04**
2,06	1,30	0,76	2,23	**0,17**	2,04	**0,02**
0,46	0,73	0,27	0,45	**0,01**	0,42	**0,04**

Darin bedeutet:

I = Dissociationscoefficient einer 1 % Substanzlösung (p = 1).
Verh. = Verhältnis der Diffusionsgeschwindigkeiten der mit römischen Ziffern bezeichneten Substanzen.
Experiment = Experimental bestimmte Werte (Graham).
Formel = Rechnerisch „ „ (Zikel).
Diff. = Differenz der theoretisch und experimentell gefundenen Werte.

Genauere Werte scheint die aus folgenden Erwägungen hergeleitete Formel zu geben. Es ist:

Formel CLXXVII. $v = \sqrt{2\,gh}$, also

Formel CLXXVIII. $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}}$

In dieser letzteren Formel bedeutet h die Höhe einer Gassäule von der Dichte des ausströmenden Gases, d. h. den Druck, unter dem das Gas seine Ausflussgeschwindigkeit erlangt. Übertragen wir diese analogen Verhältnisse auf die Osmose, so stellt die osmotische Kraft diesen Druck dar, unter dem die Moleküle der gelösten Substanz in reines Wasser hinüberwandern, also, da

der osmotische Druck indirekt proportional dem Molekulargewichte ist:

$$\text{Formel CLXXIX.} \quad \frac{c_1}{c_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

(cf. Molekulargewicht) oder

$$\text{Formel CLXXX.} \quad \frac{c_1}{c_2} = \sqrt{\frac{\varphi_1 \, I_2}{\varphi_2 \, I_1}} \, .$$

Die erfolgte Einsetzung der gegebenen Werte in Formel II ist in der Tabelle verzeichnet.

Diese zweite Formel ist demnach entschieden der ersteren vorzuziehen. Die aus Formel I und III durch Gleichsetzung sich ergebende Consequenz ergiebt annähernd richtige Befunde, was die Richtigkeit der gegebenen Formeln beglaubigt. Die letzte dieser Formeln wird sich in dem Kapitel »φ« insofern von hohem Interesse erweisen, als es durch sie möglich wird, die Gefrierpunkte von 1°/₀igen Lösungen, die schwer hergestellt werden können, (z. B. einer 1°/₀igen Eiweisslösung) mit ziemlich grosser Genauigkeit zu berechnen, wenn die Diffusionsgeschwindigkeit experimentell gefunden worden ist. In der folgenden Tabelle gebe ich die Diffusionsgeschwindigkeiten einiger Substanzen wieder, die mit Hülfe der zweiten Formel nach den Versuchsergebnissen von Köppe berechnet sind.

Substanz	KCl	NaCl	KNO_3	K_2SO_4	K_2CO_3	Na_2CO_3	KOH	NaOH	HCl
J	1,82	1,90	1,67	2,11	2,26	2,18	1,91	1,96	1.98
φ	0,6	0,6	0,3	0.3	0,3	0,3	0,6	0,9	0.9
M	74,1	58,5	101,1	174,2	138,2	106	56,1	40	36,5
c	0,899	1,093	0,770	0,590	0,659	0,749	1,034	1,225	1,282
J_1	2,4	1.9	1,6	2,8	2,2	1,8	1,8	1,9	1.8

Substanz	HNO_3	H_2SO_4	H_3PO_4	CH_3OH	Na_2SO_4	$KHCO_3$	$NaHCO_3$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$CO(NH_2)_2$
J	1,94	2,06	2,32	0,95	2,77	2,03	2,04	0,98	0,99
φ	0.6	0,3	0.3	0,6	0,3	0,3	0,3	0,06	0,3
M	63	98	98	32	142	100,1	84	342	60
c	0,975	0,782	0,782	1,369	0,650	0,774	0,845	0,419	
J_1	2,0	1,6	1,6	1,0	2,3	1,8	1,4	1,1	0,9

J durch Interpolation der Resultate Köppes bestimmt und J_1 (theoretisch berechnete Werte) = spezifischer Dissociationscoefficient.

Bei der Berechnung von c ist die **Diffusionsgeschwindigkeit des Harnstoffs als Einheit angenommen.**

$\varphi = \frac{18,5\ J}{M}$ gesetzt. (Ableitung im Abschnitte »φ«)

Es ist zu bemerken, dass die berechneten Werte die Zuverlässigkeit weniger Versuchsergebnisse von J fraglich erscheinen lassen, während sie manche Resultate (bis auf Hundertel) bestätigen.

Ferner ist die Diffusionsgeschwindigkeit abhängig von der Natur und der Grösse der Scheidewand zweier Flüssigkeiten; letzterer ist sie indirekt proportional. (cf. »Funktion«). Die Diffusionsgeschwindigkeit einer Substanz ist nach Ostwalds Angaben nahezu proportional dem elektrischen Leitungsvermögen ihrer Lösung in Wasser. Über die Diffusionsgeschwindigkeit der Gase durch eine Membran sind die folgenden Thatsachen bekannt geworden.

Die Diffusionsgeschwindigkeit eines beliebigen Gases durch eine Membran steigt resp. singt proportional dem Drucke des diffundierenden Gases auf die Membran.

Nach Zuntz (Physiologie der Blutgase und des respiratorischen Gaswechsels, S. 90) gehen durch 1 qcm Alveolenfläche in 1 Minute 0,0003 ccm Sauerstoff, nach Exner durch eine Seifenlamelle ein nahezu 2000 Mal grösseres Volumen desselben Gases. Das zitierte Werk ist als ein vorzügliches Hülfsmittel für das Studium des osmologischen Verhältnisses der Gase zu den Körperflüssigkeiten zu empfehlen.

Absorptionscoefficient.

Unter dem Begriffe der Absorption versteht man die Attraktion und Verdichtung von Gasen in den Poren von Körpern höherer Aggregatzustände. Nach Bunsen ist der Absorptionscoefficient einer Flüssigkeit für ein Gas nach dem Absorptionsgesetze:

Formel CLXXXI. $\beta = \frac{76 g}{v p}$, bestimmt, wenn

β = Absorptionscoefficient
g = das auf 0° Temperatur und 750 mm Druck reduzierte absorbierte Gasvolum
p = Druck.

Osmologisch wichtig sind die folgenden Daten: Der Absorptionscoefficient des Wassers ist für die nachstehenden Gase:

Temperatur	N_2	O_2	CO_2	CO	N_2O	CH_4	H_2S	NO
15°	0,01478	0,02989	1,0020	0,02432	0,7778	0,03909	3,233	2,2748
20°	0,01403	0,02838	0,9014	0,02312	0,6700	0,03499	2,905	0,2659

Die letzteren Gase kommen bei Vergiftungen für das Blutserum in Betracht. Abweichungen vom Absorptionsgesetze ergeben die leicht absorbierbaren Gase (NH_3, SO_2, HCl, das eine chemische Verbindung mit Wasser einzugehen vermag). Bei steigender Temperatur nimmt die Absorption ab. Nach dem Henryschen Gesetze ist die absorbierte Gasmenge proportional der Zahl der auftreffenden Moleküle, also dem spezifischen Gewichte.

Unter »Absorptionsgeschwindigkeit« versteht man den Weg, den das Gas im Lösungsmittel bei der Absorption in der Zeiteinheit zurücklegt. Es ist:

Formel CLXXXII. $\frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{s_2}{s_1}}$, wenn

C_1, C_2 = Absorptionsgeschwindigkeit zwei Gase

s_1, s_2 = Dichte der Gase.

Dureh die Feststellung der Gesetzmässigkeiten der Gasabsorption in Flüssigkeiten haben sich Pagenstecher, Marchand, Liebig, Fernet, L. Meyer, Roscoe, Dittmar, Carius u. a. Verdienste erworben. Lösungen von Natriumphosphat absorbieren CO_2 reichlicher und fester als Wasser, indem ein Teil des Gases chemisch, ein anderer Teil physikalisch festgehalten wird. Bei den Gasen, die auf das gelöste Salz nicht chemisch einwirken (O, N, CO_2 auf NaCl-Lösung) gilt das Henrysche Gesetz, nur ist β kleiner als bei Wasser. Wirkt dagegen das Gas chemisch auf das Salz ein, so ist nahezu:

Formel CLXXXIII. $A = h\,(k + \alpha P)$, wenn

A = die vom Volum h absorbirte CO_2menge
k = die chemische gebundene CO_2menge
α = die nach dem Daltonschen Gesetz absorbierte Menge
h = das absorbierende Flüssigkeitsvolum.

Nach Raoult nimmt die Löslichkeit von NH_3 in Lösungen von Kalihydrat proportional dem auf das Lösungsvolum berechneten Kaligehalt zu (bis zu 30%), ebenso bei Natronhydratlösungen.

100 ccm H_2O absorbieren 64,5 gr NH_3 bei 13° und 760 mm Druck.

Nach Setschenow und Mackenzie (Mem. Ak. Petersb. 22. N. 6 1875 und Diss. Lpz. = Wied. 1,438; 1876) ergeben sich die für die Osmologie wichtigen Gesetzmässigkeiten:

1. Salzlösungen absorbieren stets weniger CO_2 als gleiche Volumina H_2O.

2. Mit steigender Konzentration sinkt die Gasabsorption (nicht indirekt proportional).

3. Mit der Temperatur ändert sich β analog der Absorption im reinen H_2O.

Nach Setschenow absorbieren die Lösungen äquivalenter Mengen chemisch ähnlicher Salze mit gleicher Säure die gleiche Menge CO_2 (»absorptiometrisch äquivalent«). Die absorbierenden Flüssigkeiten erfahren Volumveränderungen. Die Ausdehnung, welche H_2O durch Sättigung mit CO_2 erfährt, ist proportional deren Absorptionscoefficienten, sie betrug nach Mackenzie und Nichols (Wied. 3, 134, 1878):

Tp. 2° Vol.-vermehr = 0,002144 (des Gesammtvolums)
„ 32° „ = 0,001010 „ „

Nach Angström (Wied. 15. 297. 1882) ist die Volumvergrösserung (die wegen ihrer Einwirkung auf das spezifisehe Gewicht der Lösung die Beachtung der Osmologen verdient) bei der Absorption verschiedener Gase, auf gleiche Volumina bezogen:

N	0,00145
Luft	0,00140
CO	0,00127
O	0,00115
H	0,00106
CO_2	0,00125

Die minder kompressibeln Gase weisen eine grössere Volumvermehrung auf. Bezeichnet ζ die Ausdehnung durch Absorption, so ist für:

Gas	ζ	β
O	0,00115	0,000890
N	0,00145	0,001359
H	0,00106	0,000887
CO_2	0.00125	0,000866

Die Lösungen leicht absorbierbaren Gase HCl etc. weisen beim Verdünnen mit H_2O Volumkontraktionen auf; ihre Volumzunahme wächst schneller, als die Zunahme der zu absorbierenden Gasmenge anzeigen würde.

Man hat ermittelt, dass eine gleiche Menge einer bestimmten Flüssigkeit bei verschiedenem Drucke dennoch stets das gleiche Volumen eines bestimmten Gases absorbiert. Ist also der Druck gering oder gross, stets ist das Volumen des absorbierten Gases gleich gross. (W. Henry).

Die Absorptionsfähigkeit einer Flüssigkeit steigt im umgekehrten Verhältnisse ihrer Temperatur.

Bei der normalen Körpertemperatur ist der Absorptionscoefficient von

CO_2 = 0,5283 (Zuntz)
N = 0,0119 (Hüfner)
O = 0,0231 (Bohr & Bock) — 0,0262 (Zuntz).

Die Absorptionsmengen der Blutgase werden gemessen durch die Pflügersche Blutentgasungspumpe. Die Sättigung des Blutes mit Sauerstoff erfolgt schon bei minimalen Spannungsdifferenzen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Blutes und der Luft. Nach Pflüger ist das arterielle Blut zu $^9/_{10}$ mit Sauerstoff gesättigt.

Arterielles Blut enthält 14% Sauerstoff (Walter, Arch. für exp. Path. VII S. 148), venöses etwa 9%. Die Gewebsflüssigkeiten verhalten sich wie H_2O bei Sättigung mit atmosphärischer Luft (ca. 0,1—0,5%).

Über die Absorptionsverhältnisse verschiedener Hämoglobine teilt Prf. Severin Jolm (Stockholm, aus d. physiol. Inst. d. Univ. Kopenhagen) interessierende Untersuchungen mit. Nach Bohr (Experimentelle Untersuchungen über d. O-aufnahme d. Blutfarbstoffes, Kopenhagen 1885) ist das Vermögen des Blutfarbstoffes, C und CO_2 in loser chemischer Verbindung zu halten, nicht proportional dem Gasdrucke, sondern nimmt bei sinkendem Drucke zuerst sehr langsam, bei sehr niedrigem Drucke aber (20—30 mm) sehr schnell ab. (Tierversuch). Durch Severin wurde die Abwesenheit von Methaemoglobin nach Evacuation des Blutes nachgewiesen. Empfehlenswert ist zu diesen Versuchen Bohrs Absorptiometer. Durch CO_2 Durchleitung wird der Blutfarbstoff ständig geändert.

Über die Absorptionsmenge von O giebt G. Hüfner (Über die Ges. d. Dissociat. des Oxyhb. etc. Arch. f. Anat. u. Phsiol. 1890 Heft I) durch Formeln Auskunft:

Formel CLXXXIV. $M_2 = \frac{\alpha d \ U p_0}{760}$, wenn

αd = Absorptionskoeffizient für die betr. Temp. d.
U = Volumen der Lösung
$\frac{p_0}{760}$ = Partialdruck des Sauerstoffes

Bleiben in einer Versuchsreihe Temperatur, Volumen und Qualität der Lösung gleich, während der Druck sich ändert, so wird:

Formel CLXXXV. $C\, u = C_1\, u_1\, p_0$

Lösung.

Unter dem Vorgange der Lösung versteht man eine mit Kontraktion und Wärmeverbrauch einhergehende gleichmässige molekulare Verteilung einer Substanz im gesammten Volumen des Lösungsmittels (Zikel).

Nach Favre und Möller (Pagg. 117, 386; 1862) beeinflusst der Druck die Löslichkeit der Salze im Lösungsmittel. Wenn:
M = in 100 Teilen H_2O gelöste Salzmenge in gr-Einheiten.
p = Druck, unter dem die Lösung steht.
t = Temperatur der Lösung,
bedeutet, so gilt die folgende Tabelle des letzteren Autors:

Salz ⟶		NaCl				Na_2SO_4	K_2SO_4	
p ↓	t ⟶	15°	20°	25°	30°	15°	15,5°	16,2°
1		35,70	35,78	35,81	36,01	12,76	10,19	10,32
20		35,84	35,82	35,99	36,10	11,88	10,43	10,54
30		35,87	—	—	—	11,77	—	—
40		—	—	—	—	11,53	—	—

Beim NaCl und K_2SO_4 nimmt die Löslichkeit mit steigendem Druck zu. Beim Na_2SO_4 nimmt die Löslichkeit mit steigendem Druck ab.

Beim NaCl nimmt der Einfluss des Druckes bei steigender Temperatur ab.

Ist die Auflösung eines Salzes mit Ausdehnung verbunden (Salmiak etc.), so ist die Ausscheidung mit Kontraktion verbunden und die Löslichkeit nimmt ab, wenn das Volum durch äusseren Druck vermindert wird, vice versa (NaCl, $CuSO_4$ etc.) Die beste, durch Integration erhaltene Formel für den Einfluss der Temperatur auf die Löslichkeit ist:

Formel CLXXXVI. $S = a + bt + ct^2$,

wo a und b spezifische Konstanten der Substanzen sind z. B. für

$NaNO_3$ $\begin{cases} a = -0{,}1364 \\ b = +0{,}3892 \\ c = -0{,}0030 \end{cases}$ K_2SO_4 $\begin{cases} a = -1{,}1061 \\ b = +0{,}8117 \\ c = -0{,}3245 \end{cases}$

$NaCl$ $\begin{cases} a = -0{,}4484 \\ b = +0{,}0105 \\ c = +0{,}0319 \end{cases}$ KCl $\begin{cases} a = -0{,}5345 \\ b = +0{,}3790 \\ c = -0{,}0900 \end{cases}$

KNO_3 $\begin{cases} a = -0{,}8755 \\ b = +0{,}2003 \\ c = -0{,}7717 \end{cases}$ $KClO_3$ $\begin{cases} a = -1{,}4776 \\ b = +1{,}7834 \\ c = -0{,}5555 \end{cases}$

(Empirische Interpolationsformel von Nordenskjöld.)

Eine Lösung hat meist ein kleineres Volum als Lösung plus Substanz bei gleicher Temperatur. Kalisalze weisen meist grössere Kontraktionen auf als Natronsalze. (Von Bedeutung für die Bestimmung der Lösungsdichte.) Keine Kontraktion weisen nur auf: Salmiak, Weinsäure, Magnesiumchlorid. (Schiff.) Das spezifische Gewicht von Lösungen bestimmt man gemäss der allgemeinen Interpolationsformel:

Formel CLXXXVII. $S = 1 + ap + bp^2 + cp^3 + \ldots,$

wenn

S — Lösungsdichte,
p = Prozentgehalt der Lösung an Substanz,
a, b, c, etc. } spezifische Substanz-Konstanten.

Wichtig ist die Thatsache, dass bei chemischen Veränderungen in Lösungen Volumänderungen erfolgen z. B. bei:

Volumänderungen bei der Neutralisation:

	Kali	Natron	Ammoniak
HCl	19,52 : 0,42	19,24 : 0,43	— 6,57 : 0,13
Essigsäure	9,52 : 9,19	9,28 : 9,14	— 16,26 : 8,65
Buttersäure	6,98 : 13,75	6,84 : 13,60	— 18,63 : 12,83
Milchsäure	8,27 : 8,15	8,13 : 8,29	— 17,74 : 7,91
Weinsäure	9,41	9,24	16,96

Natürlich dehnt die Wärme die Lösungen nach den bekannten Gesetzen aus.

Bei Salzgemengen ändern sich die Werte der Löslichkeit der einzelnen Substanzen! Diese Thatsache kann sich bis zur Verdrängung eines gelösten Salzes durch ein eben in Lösung gegebenes steigern und vermag vielleicht Licht auf die

Ausscheidung von Stoffen in den Körperzellen zu werfen.

Die Verminderung der Spannkraft des Wassers durch aufgelöste Stoffe (die keine merkliche Spannung bei gewöhnlicher Temperatur aufweisen), ist proportional der aufgelösten Menge, gleichgültig ob die Salze einfach oder als gemischt aufgelöst wurden (Wüllner).

Für $NaCl$ und Na_2SO_4 ist
Const. = 0,00601 | Const. = 0,00236

Formel CLXXXVIII. : $\frac{V}{P}$ = Const., wenn

V = die Verminderung der Dampfspannung von 100 Tln. Wasser durch 1 Tl. Salz
P = Dampfspannung des reinen Wassers.

Dagegen ist für KCl: $V = 0{,}00390\ P + 0{,}00000538\ P^2$ etc.

Die Lösung einer Gramm Molekel Salz in 1000 gr Wasser zeigt folgende Spannkraftverminderungen:

$NaCl$	= 27	(Ostwald.)
Na_2SO_4	= 26	
$NaNO_3$	= 25	
KCl	= 24	
K_2SO_4	= 32	
KNO_3	= 22	

Über die **Kryoskopie der Lösungen** ist Folgendes zu bemerken:

Blagdens Gesetze haben in ihrer Verallgemeinerung zu vielen Irrtümern geführt. Deshalb ist seine Schlussfolgerung:

Zwei gelöste Substanzen wirken so, dass der Gefrierpunkt der gemeinsamen Lösung gleich der Summe der Einzelwirkungen der Substanzen ist (einen Satz, den ich für zweifellos ungenau ansehe) mit Vorsicht anzunehmen.

Auch die von Ostwald gezogene Konsequenz, dass »das Verhältnis zwischen der Temperaturerniedrigung und der Salzmenge auf hundert Teilen Wasser $\frac{\Delta}{p}$ nahezu konstant ist, ist nicht präzis gefasst; diese Werte $\frac{\Delta}{p}$ sind nicht allgemeine, sondern nach meinen Untersuchungen spezifische Constanten. v. Korányi giebt nach Blagdens Gesetz an:

Formel CLXXXIX. $\Delta = p\varphi$, wenn

Δ = Gefrierpunkt einer Lösung
p = Prozentgehalt der Lösung an Salz
φ = Gefrierpunkt einer 1% Substanzlösung **(nicht Kochsalzlösung!)**

Dieses φ ist eben für jede Substanz eine spezifische Konstante und ich habe im Kapithel »φ« näher ausgeführt, dass diese Werte sich durchaus nicht ähnlich zu sein brauchen, sondern bis auf drei Dezimalstellen auseinanderweichen können (cf. l. c.) Nach Rüdorff ist:

Salz:	φ = 0,450 KCl			$NaNO_3$ φ = 0,400			K_2CO_3		$CaCl_2$ φ = 0,400		
p	1	2	4	1	2	4	1,41	3,06	1	2	4
Δ	0,450	0,9	1,8	0,4	0,75	1,5	0,45	0,95	0,4	0,9	1,85

und einige Werte von φ nach Rüdorff:

NH_4Cl — 0,653°
$NaCl$ — 0,600 (bis p = 14 genau.)
KCl — 0,443
NH_4NO_3 — 0,384
$NaNO_3$ — 0,370
KNO_3 — 0,267
K_2CO_3 — 0,317
$Ca(NO_3)_2$ — 0,277

nach Coppet:

NH_4Cl — 0,650
KCl — 0,451
$NaNO_3$ — 0,310
KNO_3 — 0,267
K_2CO_3 — 0,161 (mit Krystallwasser)

Coppets Gesetz: Die molekularen Gefrierpunkte analoger Salze sind nahezu gleich gross. Eine Konsequenz hiervon ist, dass Lösungen mit Gehalte an Salzen im Verhältnis der Molekulargewichte nahezu gleiche Gefrierpunkte aufweisen. Es sei:

Δ_1 =, Δ_2 = Gefrierpunkte zweier Lösungen.
M_1 =, M_2 = Molekulargewichte der beiden gelösten Substanzen.
p_1 =, p_2 = prozentuale Konzentrationen der beiden Lösungen, also wenn $\Delta_1 = \Delta_2$, so verhält sich:

Formel CXC. $$\frac{M_1}{M_2} = \frac{p_1}{p_2}$$

Nun ist: $\Delta_1 = p_1 \varphi_1$
$\Delta_2 = p_2 \varphi_2$, also nach der obigen Voraussetzung:

Formel CXCI. $$p_1\varphi_1 = p_2\varphi_2$$ oder

Formel CXCII. $$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1}$$ und, wenn φ_1 =, φ_2 = Gefrierpunkte der 1% Substanzlösungen = spezifische Gefrierpunkte.

Formel CXCIII. $\frac{M_1}{M_2} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1}.$

Diese meine Folgerungen aus dem Coppet'schen Gesetze sind also in folgender Weise zu definieren:

1. Weisen zwei Lösungen einfacher Substanzen gleiche Gefrierpunkte auf, so verhalten sich ihre Konzentrationen wie ihre Prozentgehalte an Substanz, vice versa.

2. Weisen zwei Lösungen einfacher Substanzen gleiche Gefrierpunkte auf, so verhalten sich die Molekulargewichte ihrer gelösten Substanzen indirekt proportional ihren spezifischen Gefrierpunkten, vice versa.

3. Weisen zwei Lösungen einfacher Substanzen gleiche Gefrierpunkte auf, so verhalten sich ihre Konzentrationen indirekt proportional ihren spezifischen Gefrierpunkten, vice versa.

Verdünnte Lösungen.

Nach den Ausführungen von Van't Hoff 1886 verhalten sich verdünnte Lösungen in Bezug auf die osmotische Spannung völlig analog den Gasen, und ich habe die Angaben der neueren Autoren durch Verfolgung dieser Analogie bis zu den äussersten Konsequenzen für die osmologische Stöchiometrie erweitern und vervollständigen können. Befindet sich eine verdünnte Lösung in einer Zelle mit semipermeabler Membram und wird diese von Wasser umspült, so folgt die Lösung den Gesetzen von Boyle, Gay-Lussac und Avogadro, und die theoretisch aus deren Konsequenzen berechneten Werte gleichen nahezu den experimentell gefundenen Ergebnissen. Für verdünnte Lösungen derselben Substanz gelten also die Gesetze:

1. Bei konstanter Temperatur steigt der osmotische Druck proportional der Konzentration.

2. Bei konstantem Volumen steigt der osmotische Druck proportional der absoluten Temperatur.

Für Lösungen verschiedener Stoffe haben die folgenden Gesetze Gültigkeit:

1. Bei gleicher Temperatur und gleicher Konzentration verhält sich der osmotische Druck indirekt proportional dem Molekulargewicht, oder in anderer Form:

2. Lösungen von gleicher molekularer Konzentration (gleiche Anzahl Moleküle im Liter) haben bei gleicher Temperatur gleichen osmotischen Druck.

3. Der osmotische Druck einer, bei einer bestimmten Temperatur und Konzentration gelösten Substanz ist gleich dem Gasdrucke von derselben Substanz bei gleicher Temperatur und Konzentration im gasförmigen Aggregate. —

Von einiger Bedeutung für die Osmologie der Körperflüssigkeiten ist die Van't Hoff'sche Theorie der Dynamik chemischer Vorgänge: Der Reaktionsverlauf hängt ab von der Anzahl der reagierenden Moleküle. Wir werden auf diesen Satz zurückkommen müssen. —

Gefrierpunktserniedrigung.

Die von den neueren Autoren vorwiegend gebrauchte Bezeichnung Gefrierpunktserniedrigung ist nach Liebermann (v. Jaksch, klin. Diagnostik) durch den Ausdruck »Gefrierpunkt« korrekter zu ersetzen.

XXXI. KAPITEL.

Molekulare und spezifische Gefrierpunkte.

Unter dem molekularen Gefrierpunkte versteht man denjenigen Gefrierpunkt, den eine Grammolekel Substanz in 100 ccm (nicht gr!) Lösungsmittel aufgelöst, hervorruft. Es besteht das Gesetz, dass sich die molekularen Gefrierpunkte in verdünnten Lösungen für jedes Lösungsmittel der für die Substanz charakteristischen Konstante E nähere. Bei Elektrolyten ist der experimentell gefundene Wert des molekularen Gefrierpunktes E stets grösser als der theoretisch berechnete, er wächst mit der Verdünnung. Die Differenz des Experimentalergebnisses und des theoretischen Wertes deutet nach der Clausius-Arrheniusschen Theorie auf den Zerfall der gelösten Moleküle in Jonen vermöge des elektrolytischen Dissociationsvorganges hin. Der molekulare Gefrierpunkt ist gleich dem Produkte aus Molekulargewicht und spezifischem Gefrierpunkte:

Formel CXCIV. $E = M . \varphi$ demnach:

Formel CXCV. $E = \frac{M . \Delta}{p}$

Nach Coppet ergiebt sich die folgende Tabelle:

Substanz	φ	E
KCl	0,451	33,6
KBr	0,292	34,8
KJ	0,212	35,2
$NH_4(OH)$	0,542	19,0
KNO_3	0,267	27,0
$NaNO_3$	0,310	26,4
K_2CrO_4	0,196	38,1
K_2SO_4	0,201 (—0,244)	35,0 (—39,0)
$(NH_4)_2SO_4$	0,276	36,4

Die molekularen Gefrierpunkte analoger Stoffe sind nahezu gleich gross. Der Gefrierpunkt hängt ab von der Zahl der Molekeln, nicht aber von der Zahl der Atome in der Molekel.

Substanz	φ	E
$NaCl$	0,600	35,1
KCl	0,446	33,2
NH_4Cl	0,635	34,0
KJ	0,212	35,2
KBr	0,292	34,8
$Ca(NO_3)_2$	0,277	45,4
$Sr(NO_3)_2$	0,184	38,8
K_2SO_4	0.201	35,0
Na_2SO_4	0,297	42,2
$(NH_4)_2SO_4$	0.269	35,5
$MnSO_4(NH_4)SO_4$	0,181	51,0
$CdSO_4(NH_4)_2SO_4$	0,145	49,3
K_2CrO_4	0,194	37,6
K_2CO_3	0,317	43,7
$KCyS$	0,320	31,0

Nach Raoult sind die Werte für φ bei:

$HgCl_2$	0,048
$Pb(NO_3)_2$	0,104
NO_3	0,145
K_2SO_4	0.210
KJ	0,215
$KClO_3$	0.215
KNO_3	0,245
$(NH_4)_2SO_4$	0,273
KBr	0,295
$NaNO_3$	0,347
$(NH_4)NO_3$	0,378
KCl	0,446
$NaCl$	0,660
$(NH_4)Cl$	0,639

Methylalkohol	17,3
Glycerin	17,1
Zucker	18,5
Salicin	17,2
Phenol	15,5
Pyrogallol	16,3
Chloralhydrat	18,9
Aceton	17,1
Essigsäure	19,0
Oxalsäure	22,9
Milchsäure	19,2
Weinsäure	19,5
Äther	16,6
Aethylacetat	17,8
Blausäure	19,4
Acetamid	17,8
Aethylamin	18,5

Eine Molekel irgend eines zusammengesetzten, in 100 Molekülen Flüssigkeit gelösten Stoffes erniedrigt deren Gefrierpunkt nahezu um die Konstante 0,62° (allerdings kann es sich um Multipla der Molekulargewichte, besonders bei Lösungen in H_2O, handeln).

Molekel.

Unter dem Begriffe einer Molekel versteht man eine Gramm-Molekel, d. h, diejenige Anzahl von Grammeinheiten eines Stoffes, die in der absoluten Zahl seines Molekulargewichts ihre Bestimmung findet, z. B.:

1 Molekel Sauerstoff = 16 gr Sauerstoff

1 Molekel Methylalkohol = 32 gr desselben etc.

Der Ausdruck Molekel ist an sich verwerflich, weil man gewöhnlich Molekel und Molekül identifiziert. Nach meinen Erfahrungen bedeutet die Einführung des Begriffes Gramm-Molekel in die Osmologie eher eine Erschwerung als einen wesentlichen Fortschritt, und ich habe mich deshalb gescheut, ihn in der vorliegenden Schrift in diesem Sinne zu verwenden.

Molekularaustausch.

Mit diesem Begriffe verbindet A. v. Korányi den Begriff eines Vorganges, bei dem bei der Sekretion eines jeden festen Moleküles ein Molekül aus der sezernierten Flüssigkeit in das Blut resorbiert würde. Ein Molekularaustausch ist bei osmotischen Vorgängen im Organismus in diesem Sinne bisher nicht angenommen worden.

Chlornatriumgehalt des Blutes.

Die geringen Schwankungen von δ bedingen nach A. v. Korányi eine Differenz des theoretisch berechneten Chlornatriumgehalts im Blute k vom experimentell gefundenen Werte $\varkappa$. Folgende Fälle sind möglich:

1. $k > \varkappa + 0{,}02$. Alsdann ist der Harn im Vergleich zum Blute abnorm chlorreich.
2. $k = \varkappa$. In diesem Falle, und wenn die Differenz zwischen k und $\varkappa$ höchstens 0,02 % beträgt, ist der Befund als normal anzusehen.
3. $k < \varkappa - 0{,}02$. Der Harn erscheint hierbei im Vergleich zum Blute abnorm chlorarm.

Der Wert von k ist nach der folgenden Gleichung zu berechnen:

Formel CXCVI. $$k = \frac{\Delta\,\delta}{2\,\varphi_1\,\Delta - \varphi_1^2\,K}$$ wenn:

- k = Chlornatrium-Prozentgehalt des Blutes
- K = „ „ „ Harns
- δ = Molekulare Konzentration des Blutes
- Δ = „ „ „ Harnes
- φ_1 = spezifischer Gefrierpunkt des Chlornatriums

Molekulare Diurese.

Unter dem Begriffe der molekularen Diurese versteht man die Ausscheidung fester Moleküle im Harn, also das Symbol a. Die molekulare Diurese sinkt bei Muskelarbeit und jeder Verlangsamung der Nierenzirkulation.

Es ergiebt sich:

Formel CXCVII. $$a = \frac{p \cdot x}{100}$$ wenn:

- p = Prozentgehalt des Harns an festen Molekülen ausser Eiweiss in Substanz
- x ccm = Harnvolumen.

Osmologische Wirkung der Muskelarbeit.

A. v. Korányi untersuchte an drei Herren, die an einem Regatta-Wettkampfe teilnahmen, den Einfluss der Muskelarbeit auf die einzelnen osmologischen Faktoren. Am Kampftage stieg die Harnmenge x auffallend bei zwei Herren gegen die Norm, sank aber beim Dritten, Δ sank bei 2, stieg beim dritten Herrn, K verminderte sich bei allen, f sank bei 2, stieg beim dritten

Herrn, a sank bei allen, der Puls war natürlich bei allen drei Herren enorm gesteigert.

v. Korányi leitet ein Herabsinken von f auf eine energischere Nierendurchblutung, vice versa, zurück.

Die Symbole n und y.

Mit n bezeichnet A. v. Korányi die Konzentration der während des Passierens des Blutes durch die Nieren zurückgehaltenen Chlornatriumlösung. Sie beträgt normal 0,40 bis 0,46, unterliegt also relativ geringen Schwankungen. Die Beziehungsgleichung lautet:

Formel CXCVIII. $$n = \frac{100_a - K_x}{y - x};$$

Formel CXCIX. $$y = 109{,}5\left(2_a - \frac{K_x}{100}\right), \text{ also:}$$

Formel CC. $$n = \frac{100_a - K_x}{109{,}5\left(2_a - \frac{K_x}{100}\right) - x}, \text{ wenn:}$$

a = Gehalt des Harns an festen Substanzen,
K = Prozentgehalt des Harns an Chlornatrium,
x ccm = Harnvolumen,
y = Blutmenge, welche eine den festen Harnmolekülen äquivalente Chlornatriummenge, oder dieselbe Menge chlorfreier Moleküle wie der Harn enthält. y schwankt im normalen menschlichen Organismus zwischen dem Werte 4831 und 8229.

Diurese.

Im Gegensatze zur molekularen Diurese, welche die Abscheidung fester Moleküle im Harn charakterisiert, bezeichnet man mit Diurese das in 24 Stunden abgeschiedene Harnvolumen x. Die Diurese schwankt innerhalb der weitesten Grenzen, für Herzkrankheiten sind die Grenzwerte im Mittel 280 und 2650 ccm, wobei die letztere Grenze durch Herzmittel gegeben ist.

Unter dem Begriffe der Hyposthenurie bezeichnet A. v. Korányi einen asthenischen Zustand der Niere, infolge dessen sie nur eine geringe Änderung der osmotischen Spannung der sie passierenden Flüssigkeit hervorzurufen vermögen. Hierbei nähert sich die molekulare Konzentration des Harns derjenigen des Blutes und beträgt nur — 0,56 ° bis — 1,3 °. Die seltenen Fälle, wo Δ tiefer als — 2,2 ° herabsinkt, belegt man mit dem Namen der Hypersthenurie.

Relative Oligochlorurie liegt vor, wenn $f > 1{,}69$ ist.

während $f < 1{,}23$ die *relative Polychlorurie* charakterisiert

Molekulare Oligurie besteht, wenn das Kochsalzäquivalent a der festen Harnmoleküle innerhalb 24 Stunden statt der Norm von 30 bis 50 den Wert von < 30 aufweist, während es > 50 *molekulare Polyurie* kennzeichnet. Möglicherweise wächst die molekulare Diurese proportional dem Körpergewicht (A. von Koránvi).

Das Kochsalzäquivalent der festen Moleküle im 24 Stunden-Harne berechnet sich nach der Beziehungsgleichung:

Formel CCI. $$a = \frac{\Delta x}{100 q_1}.$$

Nierenthätigkeit.

In den Nieren verliert das Blut mehr feste Moleküle als Wasser. Demnach ist die osmotische Spannung der Nierenvene geringer als diejenige in der Nierenarterie. Innerhalb des Nierenparenchyms verliert das Blut Harnstoff und andere, Blutkörperlösende Substanzen. *Die schädliche Wirkung dieser Stoffe kann*, wie im Experimente in vitro nachgewiesen ist, *durch grössere osmotische Serumspannung verhütet werden.* Bei der Exstirpation der Niere steigt im Tierversuche der osmotische Druck des Blutes erheblich an. Man kann eine *Niereninsufficienz*, d. h. eine verringerte Nierenfunktion aus dem Ansteigen von δ erkennen, wenn diese Hyperosmose des Blutes durch Schütteln mit Luft nicht beseitigt werden kann. Genügt bei allgemein verringertem Stoffwechsel die Niere den Anforderungen des Körpers, so kann man ungeachtet ihrer gegen die Norm verringerten Leistung von einer *Sufficienz* der Niere sprechen, wenn die *Bluntuntersuchung* einen analogen Befund der Serumfunktion ergiebt.

Sufficienz und Insufficienz.

Unter dem Begriffe der *Sufficienz* versteht der moderne Arzt *eine für den Organismus des betreffenden Individuums ausreichende Organfunktion.* Hat man eine chirurgische Nierenerkrankung nachgewiesen und $\delta > 0{,}56^0$ gefunden, ohne diesen Befund durch Schütteln mit Luft zu ändern, so ist es wahrscheinlich, dass die gesund geglaubte Niere *insufficient* ist, d. h. nicht für die erkrankte Niere zu vikariieren vermag. In diesem Falle, oder wenn beide Nieren insufficient sind, oder wenn die Vikariation der einen Niere noch in der Entwickelung

ist, bedeutet eine Nierenoperation einen ärztlichen Kunstfehler, der sich ausnahmslos durch letalen Ausgang rächt. Man muss die Ausbildung der Vikariation der gesunden Niere für die erkrankte abwarten, ehe man zur Operation schreiten darf.

Wie unendlich segensreich diese modernen osmologischen Begriffe des Arztes auf die Chirurgie einwirkten, geht aus den Darstellungen von Casper und Richter hervor, die eine Zusammenstellung der aus der Litteratur bekannt gewordenen Nierenoperationen bei beiderseitiger Nierenerkrankung gaben. Demnach hat man in neuerer Zeit Operationen vermeiden gelernt, die früher unfehlbar zum Tode führten. Die Darstellungen der genannten Autoren betreffen 29 doppelseitige Nierenerkrankungen, von denen bei 16 Fällen Nephrektomieen, bei 11 Nephrotomieen vorgenommen wurden. Alle 27 Fälle endeten in relativ sehr kurzer Zeit letal. Casper & Richter kommen deshalb zu dem wichtigen Schlusse, dass die Doppelseitigkeit der Nierenerkrankungen eine schwere Gefahr für die Operation darstellt. Nur bei erhaltener oder vicariierender Sufficienz einer Niere ist ein operativer Eingriff indiziert. Die Stickstoffausscheidung (Eiweiss, Harnstoff) ist nach von Korányi, Casper & Richter u. a. kein Mass für den Grad der Sufficienz der Nieren, besonders da nach von Noorden und Ritter N-reiche und N-arme Ausscheidungsperioden wechseln. Leider legen Casper & Richter keinen Wert auf die durch den Quotienten f präzisierte relative Chlornatriumausscheidung, die ich aus den Untersuchungen dieser Autoren selbst nach den Angaben von Korányis als diagnostisch wichtig nachzuweisen vermochte.

Nach Hofmann (Archiv f. klin. Med. 61) ist die Chlorausscheidung nicht pathognomonisch. Eine Retention von Chloriden ist nicht beweisend für Niereninsufficienz. (id.) Eine Nierenoperation ist nicht ohne weiteres durch den normalen Befund von δ indiziert. Es ist notwendig, Anämie, Cachexie, Diabetes, Wassersucht und Nierenkoliken auszuschliessen, und erst dann ergiebt der normale Befund von δ die chirurgische Indikation, vice versa.

Die Nierenfunktion kann gemessen werden durch:

1. den Wert von Δ und δ
2. quantitative Bestimmung einzelner chemischer Bestandteile in den durch Einzelkatheterismus aufgefangenen Nierensekreten

3. die Phloridzin-Methode, d. h. die quantitative Bestimmung der nach Phloridzin-Injektion von jeder Niere ausgeschiedenen Zuckermenge.

Von diesen Methoden ist die erstere zweifellos die rationellste und genaueste zur Bestimmung der Nierenfunktion.

Diluationsfähigkeit.

Unter dem Begriffe der Diluationsfähigkeit verstehen Kövesi und Roth-Schulz die diagnostisch verwertbare, graduell differente Fähigkeit der Nieren, nach Wasseraufnahme einen diluierten Harn zu bilden. (Berl. klin. Wochenschr. 1900). Die Autoren behaupten, dass nicht aus dem absoluten Werte des Gefrierpunktes des Harns, sondern aus der Veränderlichkeit der Diluationsfähigkeit Schlüsse für die Differentialdiagnose von parenchymatöser und interstitieller Nephritis zu entnehmen seien, indem bei der ersteren die Diluationsfähigkeit herabgesetzt, bei der letzteren aber unvermindert sei. Bestätigende Untersuchungen stehen zur Zeit noch aus.

Konzentration.

Wohl bei nur wenigen Begriffsbestimmungen der gesammten exakten Naturwissenschaften lässt sich in der Litteratur eine so grosse Mannigfaltigkeit der Definitionen, eine solche Willkürlichkeit der Autoren im Gebrauche derselben nachweisen, als speziell bei der Konzentration p einer Lösung. Eine verhängnisvolle Konsequenz eines unbestimmten Gebrauches dieses wichtigsten aller exakten Begriffe der Hydrophysik ist die Thatsache, dass die Vergleichung der an sich (unter den wechselnden Prämissen der Definition von p) richtigen Resultate vieler Autoren naturgemäss nicht unbedeutende Differenzen der Ergebnisse aufzudecken vermag.

In der That möchte ich den Beweis erbringen, dass nicht jede der Naturwissenschaften eine einheitliche Definition von p annehmen darf, ohne sich nicht unwesentliche Umrechnungen ihrer Befunde aufzubürden.

Beispielsweise vermag der Physiker, der die Ereignisse der Natür im Experimente mehr synthetish nachahmt, als analytisch zerlegt, mit ruhigem Gewissen 1 gr Salz in 100 gr H_2O auflösen und die erzielte Lösung, deren Gewicht = 101 gr ist, als 1prozentige bezeichnen. Der Mediziner und Chemiker hingegen entfalten eine mehr analytische Thätigkeit der Er-

forschung der schon vorhandenen Snbstanzlösungen. Sind z. B. w gr einer beliebigen Substanzlösung (z. B. Harn) gegeben, und haben wir den Salzgehalt dieser Lösung auf a gr bestimmt, so würde nur eine irrtümliche Auffassung den Schluss ergeben, dass (wie nach der Definition des Physiker anzunehmen möglich wäre) in w gr $\underline{H_2O}$ a gr Salze enthalten seien.

Ich gebe an dieser Stelle die Definitionen des Wortbegriffes »a %ige Konzentration« wieder, die ich in der gesammten mir erreichbaren Litteratur aufzufinden vermochte, und führe hierbei die folgenden Bezeichnungen in die Begriffe ein:

a = Gesammtmenge der gelösten Salze in gr-Einheiten
W = Gewicht des zur Lösung angewandten Wassers (also geringer als das Gewicht der Lösung)
G = Gewicht der Lösung
p = Konzentrationsgrad (prozentual)

1. Es wurden p gr Salz in 100 gr Lösung gefunden, also:
$\underline{W = 100 - p}$; $\underline{G = 100}$.

2. Es wurden p gr Salz in 100 gr Wasser gelöst, also:
$\underline{W = 100}$; $\underline{G = 100 + p}$.

3. Es wurden p gr Salz in 100 ccm Lösung gefunden, also (bei t° Volummessung) $W = 100 \frac{c_2}{c_1}$; $G = 100 \frac{c_2}{c_1} + p$.

4. Es wurden p gr Salz in 100 ccm Wasser gelöst, also (bei t° Volummessung)

Formel CCII. $W = \frac{100}{c_1}$;

Formel CCIII. $G = \frac{100}{c_1} + p$; wenn:

Formel CCIV. $c_1 = \frac{\text{Vol. } t^0}{\text{Vol. }_4{}^0}$. Ich habe an anderer Stelle den Nachweis erbracht, dass im Allgemeinen die Formel $V_t = V_0 (1 + \alpha t.)$ für die osmologische Stöchiometrie unverwertbar ist, da sie bei Temperaturanstiegen von 0° bis 4° unrichtige Werte ergiebt, indem sie das Dichtemaximum des Wassers bei 4° nicht berücksichtigt. Die folgende Berechnung ist demnach als ungenau zu verwerfen:

Formel CCV.
$$V_t = V_0 (1 + \alpha t)$$
$$V_4 = V_0 (1 + 4\alpha)$$
$$\frac{V_t}{V_4} = \frac{1 + \alpha t}{1 + 4a}$$ (cf. »Spezifisches Gewicht«.)

Man ersieht das Verhältnis $c_1 = \frac{V_t}{V_0}$ mithin besser aus Tabellen, die gemäss den Experimentalbefunden zusammengestellt sind.

c_2 = Konktrationskonstante der Lösung.

Man könnte die Anzahl dieser so überaus mannigfaltigen Definitionen für die Konzentration einer Lösung noch erweitern durch die Anführung einiger vollkommen unlogischer Begriffsdeutungen; (So habe ich einmal den Ausdruck vorgefunden n ccm Substanz werden in 100 Tln. Wasser gelöst u. s. f., indessen mögen derartige Darstellungen wohl mehr das Werk des Druckfehlers sein.) doch entbehren diese der Begründung und des Interesses. — Es tritt nunmehr die Frage heran, welche der gegebenen, logisch zulässigen, Definitionen für die Osmologie die praktischste sei. Denn man kann unmöglich dem Arzte zumuten, dass er den Urin, dessen Konzentration ihn interessiert, auf der chemischen Wage mit Zentigramm-Reiter und Milligrammgewichten sorgfältig abwäge; das einzig praktische Mittel ist in diesem Falle entschieden die einfache Volumbestimmung in der Mensur bei t° Zimmertemperatur. Somit kommen die ersten beiden Definitionen für den Osmologen ausser Betracht. Andererseits wird es nicht geringe Schwierigkeiten bieten, eine Methode anzuwenden, die aus einer gegebenen Anzahl von Volumeinheiten Urin, gemessen bei der Zimmertemperatur t, den Wassergehalt derselben, bezogen auf das Volumen des im Urin enthaltenen Wassers beim Dichtemaximum von 4° C, berechnet. Somit erweist sich die dritte der angeführten Definitionen als die für die osmologische Praxis allein massgebende. Der Arzt findet experimentell resp. durch stöchiometrische Betrachtungen in **x ccm** Urin, die er bei Zimmertemperatur volumetrisch gemessen hat, **a gr** gelöster Substanz und vermag durch die einfachen Beziehungen:

Formel CCVI. $p = \frac{100\,a}{x}$

Formel CCVII. $W = \frac{x\,c_2}{c_1}$

Formel CCVIII. $G = W + a$ oder

Formel CCIX. $G = \frac{x\,c_2}{c_1} + a$ (cf. aber das Kapitel »spezifisches Gewicht«) die praktisch erforderlichen Fragen zu beantworten.

Unter dem Begriffe der »Konzentration« einer gegebenen Substanzlösung (Harn, Sera etc.) versteht man demnach die in $x_{(t^0)}$ ccm Lösung (nicht Lösungsmittel!) enthaltene Gramm-Menge Substanz (a).

Unter dem Begriffe der prozentualen Konzentration einer gegebenen Substanzlösung versteht man die in $100_{(t^0)}$ ccm Lösung enthaltene Gramm-Menge Substanz (p).

In der vorliegenden Arbeit sind nur diese beiden Definitionen zur Geltung gebracht worden.

XXXII. KAPITEL.

Molekulare Konzentration.

Mit »molekularer Konzentration« bezeichnet man den Gefrierpunkt einer Substanzlösung, insofern als der kryoskopische Befund ein Mass für den Gehalt der Lösung an solubilen Molekülen ist. Steigt nämlich der Gehalt einer Substanzlösung an Molekülen, so wird offenbar auch die wirkliche Konzentration derselben steigen, unter allen Umständen aber wird die Kryoskopie der Lösung einen tieferen Gefrierpunkt ergeben. Die Gehaltvermehrung einer Stofflösung an Molekülen kann auf folgenden Wegen zustande kommen:

1. Auflösen neuer Substanzmengen (Erhöhung der Konzentration).
2. Osmose.
3. Dissociation.
4. Diffusion.
5. Mischung zweier Lösungen auf mechanischem Wege.
6. Chemische Wechselwirkungen und Spaltungen.

Auf welche Weise nun auch eine Flüssigkeit ihren Molekülgehalt vermehrt, stets wird mit der molekularen Konzentration der Gefrierpunkt um den gleichen Quotienten steigen, sodass also eine Identifizierung von molekularer Konzentration und Gefrierpunkt gerechtfertigt ist.

Von osmologischem Interesse sind:

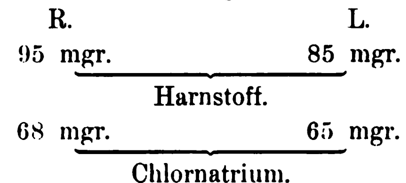
I. Die molekulare Konzentration des Blutes.
II. „ molekulare Konzentration des Harns.
III. „ „ „ der physiol. und pathol. Sera.

IV. Die molekulare Konzentration der Lymphe.
V. „ „ „ des Chylus.
VI. „ „ „ der Sekrete und Exkrete.

(Die bisherige Definition der molekularen Konzentration ist unrationell.)

Sekretion der Nieren.

Die Sekretion der Nieren erfolgt beiderseits nach den Berichten einiger Autoren nicht gleichzeitig, sondern alternierend. (Goll, Ludwig, Frédéricque, Landois, Hermann u. a.) Hermann stellte Untersuchungsreihen derart an, dass er die Einzelsekrete der Nieren durch Kanülen ableitete, die er in die einzelnen Ureteren hineinlegte. Es ergab sich die Beobachtung, dass die beiden Nieren eines Hundes verschiedene Harnvolumina und Differenzen am Gehalte von Harnstoff und Chlornatrium aufwiesen. Bei Patienten mit Exstrophia vesicae oder Vesico-Vaginalfisteln wurde diese Erfahrung Hermanns späterhin bestätigt. Nach Samschin zeigte ein Fall von Blasenscheidenfistel ungleiche Harnvolumina der beiden Nieren, und die Untersuchung der Einzelharne der Nieren wies für die Patienten folgenden Befund nach:



R.	L.
95 mgr.	85 mgr.
Harnstoff.	
68 mgr.	65 mgr.
Chlornatrium.	

Auch von W. Zuelzer wurden diese Thatsachen durch die Beobachtung eines Falles von Ekstrophia vesicae in 160 Einzeluntersuchungen bestätigt. Indessen stellen sich der Ansicht der alternierenden Nierensekretion die neueren Autoren ablehnend gegenüber. Fürbringer führt analoge Fälle auf angeborene oder erworbene Nierenveränderungen zurück, die also der Norm nicht entsprechen. In gleicher Weise wiesen Bardier und Fraenkel durch Tierversuche, Casper & Richter durch Einzelkatheterismus am Menschen die gegenteiligen Befunde nach.

Während die osmologische Bestimmung der Nieren die ist, das Blut zu entspannen, scheiden die Lunge und die Haut Wasser im gasförmigen Aggregate ab und steigern demnach die osmotische Spannung des Blutes. Lunge und Haut sind demnach die osmologischen Antagonisten der Nieren. In trockener Luft ist die blutspannende Wirksamkeit der ersteren erhöht. Versuche am

Kaninchen haben gezeigt, dass die molekulare Konzentration des Blutes im geheizten Raume in analoger Weise ansteigt. Da δ beim Menschen nahezu konstant ist, so lässt sich aus dieser Thatsache heraus folgern, dass die Nierenthätigkeit ein Akkomodationsvermögen an die Ausgaben von Lunge und Haut aufweist.

A. v. Korányi's Methode der Chlornatriumbestimmung.

Die Vollhard'sche Methode hat durch A. v. Korányi eine praktische Modifikation für die Chlornatriumbestimmung im Blutserum erfahren, die ich als empfehlenswert an dieser Stelle wiedergeben möchte. 10 ccm einer eiweisshaltigen Flüssigkeit werden zur Untersuchung derselben auf ihren Chlornatriumgehalt mit einer entsprechenden Menge Silbernitratlösung versetzt. Hierauf fügt man 5 ccm konzentrierter Salpetersäure hinzu und kocht auf dem Drahtnetze vorsichtig, am vorteilhaftesten im Erlenmayerschen Stehkolben. Während des Kochens mit niedriger Bunsenflamme werden von Zeit zu Zeit Krystalle von übermangansaurem Kali bis zur Entfärbung der zu untersuchenden Flüssigkeit hineingeworfen. Sobald die letztere einen klaren, meist hellgelben Ton angenommen hat, verdünne man sie mit destilliertem Wasser nach Zusatz von 2 ccm konzentrierter Lösung von ferr. oxydat. aluminat. und titriere sorgfältig mit Rhodanammonium.

Wert der Kryoskopie.

Unter dem Begriffe der Kryoskopie versteht man die Bestimmung der molekularen Konzentration einer physiologischen Flüssigkeit, die Feststellung ihres Gefrierpunktes, der ein Mass für die Nierenarbeit darstellt, insofern die Nieren dem Blute feste Moleküle entziehen und zur Abscheidung bringen, sodass die Zahl der abgeschiedenen Moleküle, die man eben durch den Gefrierpunkt bestimmt, ein klares Bild der Nierenthätigkeit abgiebt. Bei der Besserung der Nierenfunktion geht der Gefrierpunkt des Harnes wieder zur Norm zurück: ein Aufsteigen desselben für längere Zeit hat eine ungünstige prognostische Bedeutung. Die Kryoskopie bestimmt den Verlauf der Nierenkrankheiten exakter als bisher. (v. Korányi, Casper & Richter, Graduelle Diagnostik nach Zikel.) »Sie hat einen unleugbaren Vorzug vor der quantitativ- »chemischen Analyse der von der Niere eliminierten Stoffwechsel- »produkte, insbesonders vor der Bestimmung von N, Cl und a, »insofern sie nicht die mangelnde Ausscheidung eines einzigen »Stoffes nachweist, sondern die Gesammtheit der von den Nieren

»sezernierten festen Moleküle. Die Bestimmung des spezifischen »Gewichtes bietet keinen annähernden Ersatz dafür. Die Methode »ist technisch leicht und rasch durchführbar und im Gegensatz »zu den komplizierteren Stickstoffbestimmungen ohne Mühe für »Arzt und Patient an kleinen Portionen der Harn-Tagesmenge »durch längere Zeitperioden durchzuführen.« (Casper & Richter.)

Künstliche Kältemischungen.

Analog den Vorgängen beim Schmelzen eines Körpers wird auch bei der Auflösung von Salzen in Flüssigkeiten Wärme der Umgebung entzogen. Ein Gemenge von Schnee und Chlornatrium wird bei ihrer Vereinigung flüssig, weil Salzlösungen bei einer geringeren Temperatur als Wasser gefrieren. Durch die zur Verflüssigung verbrauchte Calorien-Menge sinkt die Temperatur bei der Anwesenheit einer hinreichenden Salzmenge bis zum Gefrierpunkte der resultierenden gesättigten Chlornatrium-Lösung. Im Folgenden gebe ich die Temperaturerniedrigungen einiger für die Kryoskopie praktisch wichtiger, künstlicher Kältemischungen wieder. Dieselbe ergeben für:

1 Gewichtsteil Schnee + 1 Gw.-Tl. Chlornatrium — 21,3°,
1 Gw.-Tl. Schnee + 3 Gw.-Tle. krystallis. Chlorcalcium — 33°,
1 Gw.-Tl. Schnee + 1 Gw.-Tl. diluiert. Schwefelsäure bis — 50°,
1 Gw.-Tl. Wasser + $1^1/_2$ Gw.-Tle. pulv. Schwefelcyankalium — 34,5°
(Rüdorff).

Die Einwirkung einer künstlichen Kältemischung auf die Untersuchungsflüssigkeit im Pektoskope ergiebt sich aus den folgenden Erörterungen. Beim Gefrieren erfolgt die Abscheidung von Krystallen, die Salze und Wasser enthalten. In jedem Falle, mag die Beschaffenheit des ausfrierenden festen Teiles sein, wie sie wolle, sinkt der Erstarrungspunkt der zurückbleibenden Flüssigkeit. Giesst man demnach sofort nach dem Erstarren einer Körperflüssigkeit die flüssige Substanzlösung rasch von den erstarrten Krystallen ab, so zeigt sich die molekulare Konzentration dieser abgegossenen Flüssigkeit stets geringer, als das Ergebnis der ersten Untersuchung. Es ergiebt sich hieraus die Thatsache, dass aus der Untersuchungsflüssigkeit im Pektoskope stets mehr Wasser als Salz ausfriert (analog den Siedepunkten bei der fraktionierten Destillation). Indessen ergiebt sich bei wiederholtem Ausfrieren einer Substanzlösung schliesslich ein Zeitpunkt, in dem gleichviel Wasser und Salz ausfriert, in dem also die prozentuale und

chemische Zusammensetzung der ausgeschiedenen Krystalle derjenigen der zurückbleibenden Stofflösung gleicht. Von diesem Zeitpunkte an erstarrt die Flüssigkeit stets bei konstantem Gefrierpunkte, gleichgültig, welche Krystallmengen ihr durch Ausfrieren entzogen werden. Alsdann bezeichnet man mit Guthrie (Phil. Mag. V 17, p. 462, 1884) die ausgeschiedenen Substanzmengen als eutektische Mischungen.

Der Ausscheidung der eutektischen Gemische aus den Substanzlösungen geht indessen ein Gefrieren von reinem Wasser, eine Eisabscheidung bis zur Sättigung der Flüssigkeit voraus. Von diesem Momente an beginnt die Abscheidung eines mechanischen Gemenges von Eis und Salz in dem Konzentrationsverhältnisse der Lösung, und diese letzteren Abscheidungen bezeichnet man als eutektische Mischungen oder Kryohydrate in diesem Falle. Wie schon erwähnt, beginnt mit der Abscheidung der Kryohydrate ein dauerndes Stadium konstanter Gefrierpunkte für die Untersuchungsflüssigkeit.

Wir müssen gestehen, dass man beim genaueren Studium dieser Verhältnisse den Eindruck bekommt, dass die genannten Beobachtungen der Sicherheit noch entbehren. Die gerügten Mängel der vor dem Pektoskope bekannten kryoskopischen Apparate (Beckmann u. a.) lassen infolge des häufig nachweisbaren unregelmässigen Gefrierens der untersuchten Substanzlösungen viele physikalisch leicht ad indefinitum begründbaren Abweichungen des Gefrierprozesses (»Mehrfacher Gefrierpunkt« nach Rudberg, Allotrope Umwandlungen der Abscheidungen nach Ostwald u. a.) mehr als Fehler der Methode kennzeichnen, als dass sie gemäss der bestehenden Auffassung durch Überkaltungserscheinungen u. a. m. konsequent erklärt werden dürften. Nach meiner Ansicht tritt vom Anfange des Gefrierens an niemals eine Eisabscheidung, sondern die Ausscheidung von Salz-Wasser-Krystallen ein, deren prozentuale Konzentration an Salz bis zur Bildung der Kryohydrate ständig zunimmt. Ich habe diese Annahme dadurch zu erweisen versucht, dass ich 1 % Chlornatriumlösungen 2, 4, 6, 8 und 10 Minuten lang einzeln gefrieren liess, die nicht gefrierende Flüssigkeit rasch abgoss und die Krystalle gleicher Gefrierdauer solange sammelte, bis ich ihren Gefrierpunkt bestimmen konnte. Ich vermochte durch diese Methode die Gesetzmässigkeit der konstanten Gefrierpunkte, vom Zeitpunkt der Kryohydrat-Bildung

an, zu bestätigen, stellte aber andrerseits fest, dass mit wachsender Gefrierdauer die molekularen Konzentrationen der Abscheidungen nahezu im gesetzmässigen Gefälle erniedrigt werden, eine Thatsache, die gegen die Eisabscheidung spricht und die obige Annahme zu begründen scheint. Die Mitwirkung der an der Glaswand und den Krystallen haftenden Tropfen von Untersuchungsflüssigkeit kommt deshalb ausser Betracht, weil

1. sie bei allen Untersuchungen gleichmässig mitwirkte und
2. die erhaltene Kurve der Gefrierpunkte mit steigender Gefrierdauer ein auffallend gesetzmässiges Absteigen darbot.

Spezifisches Gewicht.

Unter dem Begriffe der »Dichte« oder des »spezifischen Gewichtes« einer Flüssigkeit hat man das Verhältnis des Gewichtes der Flüssigkeit (das proportional seiner Masse ist) zu demjenigen Volumen zu verstehen, bei dem eine gegebene Anzahl von Gewichtseinheiten der Flüssigkeit den kleinstmöglichen Raum erfüllt. Unter dieser Bedingung hat eine Flüssigkeit die Temperatur seiner höchsten Dichtigkeit erreicht. Für Wasser und wässrige Lösungen ist (wenn vorläufig von der Kontraktion der letzteren abgesehen werden darf) die Temperatur der höchsten Dichte = 4,1° C.; bei diesem Wärmegrade nimmt 1 gr Wasser den Raum von 1 ccm ein, während sich das Volumen von 1 gr Wassers bei 0° nach den Untersuchungen von Kopp zu dem Volumen bei 4,1° wie 1 : 1,00012 verhält, d. h.:

Bei 4,1° C. wiegt 1 ccm reines Wasser 1 gr, dagegen
„ 0° „ „ 1 „ „ „ 0,999880 gr.

Es ist demnach bei reinem Wasser:

Formel CCX. $S = \frac{G}{V_4}$ wenn

S = spezifisches Gewicht des Wassers
G = absolutes „ „ „
V_4 = sein Volumen bei 4° ist

Das Volumen bei 4° ist aber different von dem Volumen des Wassers bei der Temperatur des Körperinnern oder der Temperatur der Umgebung. Unter letzterer Bedingung wird die Zahl der ccm, die wir volumetrisch bestimmen, unter keinen Umständen in Rechnung zu setzen sein, sondern man muss erst die bei der Temperatur t° gefundene Zahl von x ccm (Zimmertemperatur) in das Volumen der Flüssigkeit bei 4° umrechnen.

Der Druck beeinflusst das Volumen im flüssigen Aggregate nicht nennenswert. 1 gr Wasser nimmt die folgenden Volumina ein (Kopp):

Bei	0°	1,00012	ccm
„	10°	1,00025	„
„	20°	1,00169	„
„	30°	1,00419	„
„	50°	1,01189	„
„	100°	1,04311	„

Man ersieht aus der Berechnung der Differenzen, dass Wasser nicht proportional dem Anwachsen der Temperatur, sondern scheinbar ohne gesetzmässige Beziehung in bald rasch bald wenig aufsteigender Kurve sein Volumen mit erhöhter Temperatur vermehrt.

Demnach dürfen wir für osmologische Berechnungen der

Formel CCXI. $V_t = V_0 (1 + \alpha t)$

keine genügende Genauigkeit zuerkennen. —

Wir haben uns nun die Frage vorgelegt, ob es gelingen würde, eine Beziehungsgleichung zwischen dem spezifischen Gewichte einer Körperflüssigkeit, z. B. des Harns und dem Gefrierpunkte derselben aufzustellen. Die Auffindung einer solchen Beziehung erscheint in der That als ein glänzender Fortschritt in der instrumentellen Ausrüstung des praktischen Arztes und insbesonders des Landarztes aus den folgenden Gründen.

Wer auch immer das weite Gebiet der Osmologie, die hohe Anforderungen an die physikalischen und chemischen Kenntnisse des Arztes stellt, nicht zu überschauen vermag und ihren Wert für die gesammten Disziplinen der wissenschaftlichen und praktischen Medizin vorläufig nicht anerkannt, der muss sich doch bei sorgfältiger Orientierung wenigstens zu der einen Thatsache bekennen, dass die moderne Kryoskopie über das Stadium des Versuches längst hinausgewachsen ist und dass manche differentialdiagnostische Aufschlüsse für die innere Medizin und manche graduell-diagnostischen Feststellungen (Kontraindikationen gegen gewisse Nierenoperationen) für die Chirurgie zu unumstösslichen Thatsachen experimentell und empirisch erhärtet worden sind. Wenn es nun gelingen würde, durch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes einer Körperflüssigkeit vermöge einer empirischen Formel auf den Gefrierpunkt derselben rechnerisch schliessen zu können, so würde dem praktischen Arzte und Landarzte bei ihren Krankenbesuchen in dem kleinen, bequem in der Tasche zu tragenden Aräometer ein willkommenes Instrument gegeben sein,

mittelst dessen er in eiligen Fällen den kryoskopischen Befund von Harn, Exsudat etc. sofort berechnen könnte, um sich eventuell zu einer dringenden Operation zu entschliessen oder (je nach Befund) davon abzustehen. Dieses kleine Pseudo-Kryoskop, das handliche Aräometer, würde demnach jeder Arzt wie sein Hörrohr stets bei sich tragen, um im gegebenen Falle ein vorläufiges Urteil über den osmologischen Stand der Krankheit zu gewinnen; am Arbeitstische muss natürlich alsdann die genauere Untersuchung mittelst des Pektoskopes das primitive, aber für dringende, schwere Fälle vollkommen hinreichende Resultat des Aräometers korrigieren. Die Aufstellung der praktisch wichtigen Beziehungsgleichung zwischen dem Gefrierpunkte und der Dichte einer eiweisshaltigen Körperflüssigkeit erwies sich als eine der schwierigsten Aufgaben der osmologischen Stöchiometrie. In der gesammten naturwissenschaftlichen und medizinischen Litteratur wird die Möglichkeit einer Beziehung zwischen Δ (Gefrierpunkt) und S (spezifisches Gewicht) einer Lösung überhaupt, gleichviel, ob sie Eiweiss enthalte oder nicht, energisch bestritten, eine Meinung, die wenig den Fortschritt dieser Untersuchung begünstigte, die ich jedoch jetzt, nachdem es mir gelungen ist, die gesuchte Beziehung aufzufinden und sowohl durch Experimentaluntersuchungen als auch durch Belege aus der medizinischen Litteratur in ihrer Gültigkeit zu sichern, wohl in Frage stellen darf. Weitaus schwieriger als die Bestimmung der Beziehungsgleichung für Δ und S für eiweisslose Lösungen gestaltete sich das Auffinden einer anologen Formel für eiweisshaltige Körperflüssigkeiten. Man weiss, dass Eiweissmoleküle auf die osmotische Spannung, also auch auf die molekulare Konzentration einer Flüssigkeit ausserordentlich gering einwirken (im Organismus die Spannung nur um etwa zwei Tausendel Grade herabsetzend), während sie auf das spezifische Gewicht einen relativ grossen Einfluss ausüben. Erst durch die Berücksichtigung dieser beiden Momente in der Formel gelang es, eine brauchbare Beziehungsgleichung zwischen Δ und S einer beliebigen Flüssigkeit zu konstruieren. Wir sind hierbei in der folgenden Weise vorgegangen. Zunächst wurde aus physikalischen Erwägungen heraus eine Formel für das spezifische Gewicht aufgestellt, welche die Wirkung des Eiweisses in der Flüssigkeit berücksichtigt. In diese Gleichung wurde alsdann das Gesetz Blagdens eingesetzt, das auf eine Abhängigkeit des Gefrierpunktes von Salzmolekülen,

auf seine Unabhängigkeit von Eiweissmolekülen hinweist. Diese kombinierte Formel erwies sich als die gesuchte Beziehungsgleichung, die dem praktischen Gebrauche des Arztes Genüge zu leisten vermag.

Es sei:

S = Dichte der untersuchten Substanzlösung
G = Gewicht derselben (Grammeinheiten)
V_4 = Volumen derselben im Maximum der Dichte ($+ 4^0$) (in ccm)
V_t = x = „ „ bei der Zimmertemperatur während der Untersuchung (in ccm)
a = Gesammtgehalt der Lösung an festen Molekülen (ausser Eiweiss) in Grammeinheiten
e = Promillegehalt an Eiweiss
E = Grammgehalt an Eiweiss
W = Gewicht des in der Lösung enthaltenen Wassers
V_a = Volumen desselben bei t^0
V_b = „ „ „ 4^0
p = Prozentgehalt der Lösung an festen Molekülen (ausser Eiweiss)
Δ = Gefrierpunkt der Lösung
φ_1 = spezifischer Gefrierpunkt des Chlornatriums
c_1 = $V_4 : V_t$

Es ist $S = \frac{G}{V_4}$ (cf. o). Nun erweist sich die Zusammensetzung von G wie folgt:

Formel CCXII. $G = W + a + E.$

In 1000 ccm Lösung sind e gr Eiweiss (cf. »Konzentration«) enthalten, also in V_t ccm Lösung $\frac{ex}{1000}$ gr Eiweiss, demnach ist:

Formel CCXIII. $E = \frac{e \cdot x}{1000}.$ Es ergiebt sich also:

Formel CCXIV. $G = W + a + \frac{ex}{1000}$ und

Formel CCXV. $S = \frac{W + a + \frac{ex}{1000}}{V_4}$

In x ccm Lösung sind a gr Salze enthalten, folglich in 100 ccm Lösung sind $\frac{100a}{x}$ Salze vorhanden, d. h.

Formel CCXVI. $p = \frac{100a}{x}$ oder:

Formel CCXVII. $a = \frac{xp}{100}.$ Wir werden nun an an-

derer Stelle den Nachweis erbringen, dass das Gesetz Blagdens nicht lautet: $\Delta = a.\varphi$, sondern

Formel CCXVIII. $\Delta = p.\varphi$, demnach ist:

Formel CCXIX. $p = \frac{\Delta}{\varphi}$, es folgt hieraus:

Formel CCXX. $a = \frac{x.\Delta}{100\,\varphi}$ und:

Formel CCXXI. $S = \frac{W + \frac{x\Delta}{100\,\varphi} + \frac{ex}{1000}}{V_4}$

Es ist weiterhin bekannt, dass das Volumen des Wassers bei 4^0 an absolutem Zahlenwerte seinem Gewichte gleicht, also:

Formel CCXXII. $W_4{}^0 = V_b$

Gemessen ist das Volumen der Lösung bei t^0. Das Volumen des in der Lösung enthaltenen Wassers ist stets gleich dem Volumen der Lösung. Bei t^0 beträgt das Volumen der Lösung x ccm. Es verhält sich:

Formel CCXXIII. $V_t : V_4 = V_a : V_b$ und

Formel CCXXIV. $V_t : V_4 = 1 : c_1$; demnach besteht die Beziehung:

Formel CCXXV. $V_a : V_b = 1 : c_1$ oder:

Formel CCXXVI. $V_b = V_a \,.\, c_1$; da indessen:

Formel CCXXVII. $W = V_4$ und

Formel CCXXVIII. $V_4 = xc_1$ ist, so ergiebt sich

Formel CCXXIX. $W = xc_1$. Setzt man diesen Wert in die Hauptgleichung ein, so folgt:

Formel CCXXX. $S = \frac{x\left[c_1 + \frac{\Delta}{100\,\varphi} + \frac{e}{1000}\right]}{V_4}$

Formel CCXXXI. $S = \frac{x\left[c_1 + \frac{\Delta}{100\varphi} + \frac{e}{1000}\right]}{xc_1}$ oder:

Formel CCXXXII. $S = \frac{c_1 + \frac{\Delta}{100_1\varphi} + \frac{e}{1000}}{c_1}$ oder:

Formel CCXXXIII. $S = \frac{c_1 + \frac{\Delta}{60} + \frac{e}{1000}}{c_1}$

c_1 stellt hierbei eine tabellarisch leicht zu ersehende Konstante dar, nämlich das Verhältnis der Volumina von 4 gradigem Wasser und Wasser von der Temperatur des Untersuchungszimmers.

Hat beispielsweise die Zimmertemperatur die Höhe von 20°, so beträgt:

Formel CCXXXIV. $c_1 = \frac{1}{1{,}00169} = 0{,}9983.$

Hat man keine Tabelle zur Hand, so genügt die Einsetzung dieses Wertes. Ist kein Eiweiss in der Lösung vorhanden und demnach

$e = 0$, so vereinfacht sich die obige Formel:

Formel CCXXXV. $S = \frac{c_1 + \frac{\Delta}{60}}{c_1}$ oder:

Formel CCXXXVI. $S = 1 + \frac{\Delta}{60 c_1}$

In seinen Untersuchungen: »On the Variation of the Density with the Concentration of Weak Aqueous Solutions of Certain Salts, Trans. Roy. Soc. Canada Sect. III«, leitet Max Gregor aus völlig abweichenden Überlegungen heraus die folgende Formel ab:

Formel CCXXXVII. $D_1 = d_1 + 0{,}009\ p$, wenn:

D_1 = Lösungsdichte bei t^0
d_1 = Wasserdichte bei t^0
p = % gehalt.

Diese Formel entspricht etwa dem ersten Stadium der Entwickelung der gegebenen Gleichung, und man sieht, wie verschiedene Überlegungen zu analogen Ergebnissen führen können. Indessen hat sich der amerikanische Forscher mit der rein physikalischen Seite der vorliegenden Frage begnügt und nur die angeführte, praktisch nicht verwertbare Formel gegeben. In ähnlicher Umrechnung ergiebt unsere Formel für einfache Lösungen die Beziehung:

Formel CCXXXVIII. $S = 1 + \frac{p}{100 c_1}.$

W. Wundt giebt in seiner »Medizinischen Physik« eine Formel für die Dichtebestimmung von Flüssigkeiten an, der für unseren Zweck keine praktische Bedeutung zuzusprechen ist, die wir aber an dieser Stelle wiedergeben, weil sie für die experimentelle Forschung von Nutzen sein kann. Demnach ist:

Formel CCXXXIX. $S = \frac{P_1 V_t V}{P V_0 V_1}$, wenn

P_1 = Scheinbares Gewicht der Untersuchungsflüssigkeit (Hydrostatische Methode)
P = Grammeinheiten Wasser des Fläschchens bei t^0

$$\left\{\begin{array}{l} V_t = \text{Volum von 1 ccm Flüssigkeit bei } t^0 \\ V_0 = \text{Volum von 1 ccm Flüssigkeit bei } 0^0 \\ V = \text{Flüssigkeits-Volumen bei } 4^0 \\ V_1 = \text{Flüssigkeits-Volumen bei } t^0 \end{array}\right.$$

Zur Stützung der gefundenen Formeln entnehmen wir den poliklinischen Beobachtungs-Reihen von Casper & Richter einige Beispiele:

I. Rechtes Nierensekret. Diagnose: Urethritis (1).

$$\left.\begin{array}{l} S = 1{,}024 \\ \varDelta = -1{,}59^0 \end{array}\right\} e = 0.$$

Nach Formel CCXXXIII ergiebt sich, wenn $\varDelta$ als bekannt angenommen wird, für:

$S_1 = 1{,}026.$

Wird S als bekannt angenommen, so erweisen sich die folgenden Umformungen der gegebenen Formeln als notwendig:

Formel CCXL. $S = 1 + 0{,}0166\,\varDelta + \frac{1}{1000}\,e.$

Formel CCXLI. $S = 1 + 0{,}0166\,\varDelta$ (abgerundet für eiweissfreie Lösungen).

Formel CCXLII. $\varDelta = 60\left[c_1\,(S - 1) - \frac{e}{1000}\right]$

Formel CCXLIII. $\varDelta = 60\,c_1\,(S - 1).$ Abgerundet gelten die Beziehungen:

Formel CCXLIV. $\varDelta = 59{,}898\,(S - 1) - 0{,}06\,e$ und für eiweissfreie Lösungen:

Formel CCXLV. $\varDelta = 59{,}898\,(S - 1).$

Demnach erhält man für den obigen Fall den Wert:

$\varDelta_1 = -1.44^0.$

II. Linkes Nierensekret. Diagnose: Urethritis (1).

$$\left.\begin{array}{l} S = 1{,}021 \\ \varDelta = -1{,}58^0 \end{array}\right\} e = 0.$$

$S_1 = 1{,}026$

$\varDelta_1 = 1{,}26^0.$

III. Linkes Nierensekret. Diagnose: [R. Pyonephritis tuberculosa.] L. Amyloid-Ren. (2).

$$\left.\begin{array}{l} S = 1{,}022 \\ \varDelta = -1{,}00^0 \end{array}\right\} e = 175\,^0/_{00}.$$

$S_1 = 1{,}018$

$\varDelta_1 = -1{,}21^0.$

IV. Rechtes Nierensekret. Diagnose: R. Pyonephritis (11).

$S = 1{,}012$, $\Delta = -0{,}79^0$ } $e = 0{,}40\,‰$.

$S_1 = 1{,}008$

$\Delta_1 = -0{,}69^0$.

V. Linkes Nierensekret. Diagnose: [R. Pyonephritis] (11).

$S = 1{,}010$, $\Delta = -0{,}78^0$ } e in Spuren (1 ‰).

$S_1 = 1{,}013$

$\Delta_1 = -0{,}53^0$.

R = rechts.
L = links.
Die Klammern bedeuten, dass die Diagnose sich nicht auf die Niere bezieht, der das Sekret entnommen ist.
Δ =, S = } experimentelle Werte.
Δ_1 =, S_1 = } berechnete Werte.

Die Uebereinstimmung der experimentell gefundenen und der berechneten Werte von S ist in allen Versuchen eine gute. Das Maximum der Differenz beträgt 0,005, meist beläuft sich der Unterschied der Werte nur auf 2 bis 4 Tausendel.

Theoretisch befriedigt die Vergleichung der Werte von Δ nicht sehr; indessen ist das diagnostische Urteil aus dem berechneten Werte mit Sicherheit zu ziehen, und dieser Vorzug genügt vollkommen der praktischen Forderung. In den ersten drei Fällen besteht Sufficienz, in den letzten zwei Fällen eine deutliche Insufficienz der untersuchten Niere. Bei der Berechnung von S_1 wurden Δ als bekannt angenommen, bei der Berechnung von Δ_1 der Wert von S vorausgesetzt. Es erscheint in hohem Grade begründet, wenn man die gegebenen Formeln den Experimentalwerten durch Hinzufügung empirischer Konstanten mehr nähern wird, als dies bisher möglich war.

XXXIII. KAPITEL.

Osmologische Elektrotherapie und die Organ-Elektrode.

Im Laufe unserer Untersuchungen hat sich die Thatsache ergeben, dass durch rein osmologische Prozesse die physikalischen Verhältnisse der Körperflüssigkeiten eine Umänderung erfahren, und dass die hydrostatischen und hydrodynamischen Drucke im Körper in einer gewissen Abhängigkeit von streng osmologischen Vorgängen stehen. Weiterhin hat sich gezeigt, dass diese, der

Hydromechanik zugehörigen physiologischen Veränderungen der Flüssigkeiten im Organismus in gleicher Weise wiederum auf die osmotischen Spannungsverhältnisse zurückzuwirken vermögen. Es hat sich mithin als notwendig erwiesen, in den Bereich der osmologischen Betrachtungen das Studium der gesammten physikalischen Verhältnisse im gesunden und kranken Körper hineinzuziehen und diese Erkenntnis in fruchtbarer Weise dahin praktisch zu verwerten, die Osmotherapie durch physikalische Methoden zu bereichern, die erst auf indirektem Wege, also etwa durch Steigerung und Herabsetzung des Blutdruckes u. a., auf die osmotischen Spannungszustände therapeutisch einzuwirken vermögen. Wir haben nun in eingehender Weise die Verwertbarkeit des elektrischen Stromes für die Osmotherapie experimentell einer Prüfung unterzogen und dürfen auf Grund unserer Untersuchungen die eine Thatsache als sicher hinstellen, dass der elektrische Strom in ausserordentlich präziser Weise auf pathologische Prozesse einzuwirken vermag, wenn er in geeigneter Weise zur Entfaltung gelangen kann. Der Grund, warum man in neuerer Zeit sich immer mehr von dem Glauben an eine eigentliche therapeutische Einwirkung des elektrischen Stromes auf Krankeitsherde im Innern des Organismus entfernt, liegt nach meinen Erfahrungen darin, dass unsere modernen elektrischen Apparate, Elemente, Batterien u. s. f. wohl in technischer Hinsicht einen hohen Grad eleganter und praktischer Vollendung erhalten haben, dass aber gerade aus dem Grunde, dass im wesentlichen Techniker und nicht technisch gebildete Ärzte an der Ausbildung der galvanischen Instrumente gearbeitet haben, der eigentliche Zweck derselben, nämlich eine hohe therapeutische Beeinflussung des Körpers durch den Strom nahezu proportional der technischen Vervollkommnung unserer Apparate geschädigt worden ist. Ich vermochte an einem zahlreichen und strikten Beweismaterial den Nachweis zu führen, dass mit der Einführung des Rheostaten, dessen bequemer Handhabung der moderne Arzt wohl schwer entsagen wird und mit dessen Anwendung für ärztliche Zwecke man einen gewaltigen Schritt vorwärts gekommen zu sein glaubte, der elektrische Strom in der That ausserordentlich an Wirksamkeit verloren hat, indem der Heilfaktor im Strome, die Intensität, durch die Einschaltung gewaltiger Widerstände in seinem relativen Werte stark beschränkt worden ist.

Ein zweiter Schritt rückwärts wurde in der fatalen Einführung

der »Stromanschluss-Apparate« von der Elektrotherapie bewirkt. Man hat somit in den neueren elektrischen Apparaten zwei organismusfeindliche Faktoren, die Spannung und den Widerstand des Stromes erhöht und dadurch den relativen Wert der eigentlich heilenden Intensität des elektrischen Stromes herabgedrückt. Ich habe den Nachweis erbringen können, dass die älteren ärztlichen elektrischen Apparate die modernen Instrumente bei weitem an therapeutischer Wirksamkeit übertreffen, und dadurch die beim Studium der Litteratur auffallende Meinungsdifferenz über den Heilwert der Elektrizität zu erklären versucht. Während die älteren Ärzte wahre Zauberwirkungen des Stromes mitunter berichten können, verhalten sich die Neueren ablehnend und schreiben die Wirksamkeit der Elektrizität bei inneren Erkrankungen der nichtssagenden und alles erklärenden Suggestion zu (cf. »Eine neue therapeutische Methode bei Rückenmarkskrankheiten«, Berlin 1902, Fischers Hofbuchhandl.). Allerdings muss eine starke psychische Einwirkung bei gewissen Zuständen, wo der Körper eines Antriebes bedarf, um zu funktionieren oder Zellkomplexe in höherem Masse in regeneratorische Thätigkeit zu versetzen, anerkannt werden, aber man muss ebenso an eine spezifische Heilwirkung des galvanischen Stromes glauben lernen, die experimentell für einzelne Fälle sogar gesichert ist (Remak u. a.). Damit der Praktiker ein Bild von der Wirksamkeit des Stromes, den er seinem Patienten zuführt, erhält, möchte ich an dieser Stelle nur ein überzeugendes Beispiel von der »hohen Vollendung« moderner stationärer Anschlussapparate anführen.

Bei gewissen Krankheitsfällen besteht die Indikation der Anwendung des galvanischen Stromes bei der geringen Intensität von etwa 2 Milli-Ampères. Wir nehmen an, dass zur Behandlung des Patienten ein stationärer Apparat zum Anschlusse an die Beleuchtungsanlage verwandt wird. In diesem Falle werden dem Körper zugeführt:

eine Spannung von E = 150000 Tausendel Volt; es wird eingeschaltet:
ein Gesammtwiderstand von W = 75000 Tausendel Ohm, und es wird zur Heilung benutzt:
eine Intensität von 1—2 Tausendel Ampère.

Treffender kann wohl kaum dieses aus dem Ohmschen Gesetze:

Formel CCXLVI. $I = \frac{E}{W}$

nachgewiesene Missverhältnis des Heilfaktors I zu der, den Körper beschwerenden Spannung E gekennzeichnet werden, als in dem obigen Beispiele, das ein fast tägliches Ereignis der poliklinischen Praxis ist. Die moderne Elektrotherapie hat sich demnach einer homöopathischen Methodik zugewandt, die einige Mikra Substanz in mehreren Dezigrammen Zucker verschreibt. Sollte man deshalb nicht die Homöopathie aus der Welt zu schaffen suchen, wenn man auch ihren suggestiven Wert nicht leugnen kann? Ich glaube, dass es eines Arztes würdiger ist, das wirksame Agens allopathisch zu verschreiben, d. h. nicht in grösseren Dosen, sondern nur mit relativ geringeren Verhüllungsmitteln des Therapeutikums. (Intensivstrom nach Zikel.) Solche Verhüllungsmittel der im galvanischen Strome allein wirksamen **Intensität** sind Spannung und Widerstand des Stromes.

Die Wirksamkeit des elektrischen Stromes ist eine ausserordentlich verschiedenartige, je nach seiner Anwendung. Man vermag durch den Strom die osmotische Blutspannung nach Bedürfnis und Indikation zu erhöhen oder zu erniedrigen und in gleicher Weise den Blutdruck steigernd oder vermindernd zu beeinflussen (Elektrothermie, Organ-Elektrode). In der zitierten Sonderschrift sind diese Verhältnisse und die therapeutische Indikation und Technik ausführlich erörtert. Ich möchte an dieser Stelle nur noch hinzufügen, dass es mir gelungen ist, durch Experimental-Untersuchungen, die ich wegen ihrer präzisen Beweiskraft im Folgenden darlege, eine Eigenschaft des galvanischen Stromes in ihrem Bestehen evident nachzuweisen, die häufig debattiert und in neuerer Zeit völlig in Frage gestellt worden ist: die Kataphorie der galvanischen Elektrizität.

Die folgende Demonstration ist relativ leicht aus den instrumentellen Mitteln eines Laboratoriums zusammenzustellen. Auf dem Holzblocke H befindet sich die tubulierte Mensur C_1, welche bis zu einer beliebigen Niveauhöhe mit 1prozentiger, wässeriger durch Indigo schwach angefärbter Chlornatriumlösung gefüllt ist. Durch die auf dem Stativ S_1 stehende Mariottesche Flasche M wird das Niveau der Flüssigkeit in C_1 nach empirischer Einstellung auf konstanter Höhe erhalten. In dem Tubus von C_1 mündet mittelst Gummipfropfen die rechtwinkelig gebogene Glaskapillare R_1, welche zur Feststellung der Höhe der Innenflüssigkeit den auf ihr verschieblichen Indikator J_1 trägt. Dieser In-

dikator besteht aus einem kleinen Metallrahmen und einem quergespannten Beobachtungsfaden aus schwarzer Seide, der in die Höhe des jeweiligen Flüssigkeitsstandes von R_1 einzustellen ist, sodass man Verschiebungen der Niveauhöhe während des Versuches genau erkennen kann. Ausserdem mündet in den Tubuspfropfen von C_1 eine Glaskapillarröhre, welche sich durch eine kurze Schlauchverbindung in die Platin-Kapillare P_1 (mit Polklemme) fortsetzt. An P_1 ist der, ein menschliches Blutgefäss darstellende, Gummi-Kapillarschlauch G von 0,75 m Länge angeschlossen. G setzt sich in eine Platin-Kapillare P_2, die P_1 analog ist, fort. P_2 ist durch ein kurzes Schlauchstückchen mit einem gläsernen Dreiwegstück verbunden, dessen oberer Arm in die, den Indikator J_2 tragende, Glaskapillare R_2 ausläuft. Der untere Arm des Dreiwegstückes ist durch einen Hahn verschliessbar und mündet über der Mensur C_2. Das Stativ S_2 dient zur Fixierung des Dreiwegstückes. Von P_1 und P_2 aus gehen Kupferdrähte zu einer Batterie von starker Capacität, oder besser zur Verbindung an den Anschluss einer Beleuchtungsanlage; bei R ist ein Rheostat zur Regulierung der Stromintensität, bei W ein Stromwender eingeschaltet. Lässt man nun einen galvanischen Strom von wachsender Stärke in der Strömungsrichtung der Flüssigkeit durch G fliessen, so kann man präzis mit dem Eintreten des Stromes ein Anwachsen der innerhalb einer jeden Minute in C_2 entleerten Flüssigkeitsmenge, die man nach beendetem Versuche vorteilhaft abpipettiert, beobachten, während bei umgekehrter Stromrichtung die sonst in gleichen Zeiten konstant entleerte Flüssigkeitsmenge sich verringert.

In überaus schöner Weise vermag man diesen demonstrativen Versuch durch Schliessen des, in das Dreiwegstück eingeschalteten, Glashahnes H zu modifizieren. Schliesst man gleichzeitig den Hahn von M und H, so steigt das Flüssigkeitsniveau plötzlich von J_2 bis B, d. h. nach dem Gesetze der kommunizierenden Röhren in gleiche Höhe wie J_1, während es im vorherigen Versuche infolge des negativen Druckes (Saugwirkung) der durch das Dreiwegstück ausströmenden Flüssigkeit nicht dem genannten Gesetze entsprach. Lässt man nunmehr den elektrischen Strom in der Richtung P_1 P_2 fliessen, so steigt B deutlich mit wachsender Stromintensität. Durchströmt die Elektricität den Innenraum von G in der Richtung P_2 P_1, was durch Umkehren der Stromrichtung mittelst eines einfachen Druckes des Stromwenders leicht

zu bewirken ist, so sinkt das Niveau von B um den gleichen Betrag.

Die Interpretation dieser lehrreichen Versuche vermag leicht und mit hinreichender Sicherheit gegeben zu werden. Durchfliesst ein galvanischer Strom den Hauptstamm einer Arterie in der Richtung des Blutstromes, so erhöht er die Strömungsgeschwindigkeit und den hydrodynamischen Druck der durchflossenen Blutsäule. Lässt man dagegen den galvanischen Strom in entgegengesetzter Richtung auf einen grösseren Blutgefässstamm einwirken, so wirkt er vermindernd auf Blutdruck und Strömungsgeschwindigkeit. Aus der Herzfunktions-Formel LXX folgt demnach die gewisse Thatsache, dass man bei zweckmässiger Applikation des galvanischen Stromes in der oben demonstrierten Weise direkt erhöhend oder verringernd auf die Funktion des Herzens selbst einzuwirken vermag (Organ-Elektrode nach H. Zikel), und dass somit bei gewissen Herzkrankheiten der galvanische Strom sich bei gegebener Indikation als ein mächtiges Osmotherapeutikum des Herzens zu erweisen vermag, während dieselbe Stromintensität im gleichen Krankheitsfalle bei kontraindizierter Applikationsweise, d. h. bei einer, der speziellen Indikation entgegengesetzten Strömungsrichtung, die Herzfunktion sehr wohl zu schädigen vermag. Dieses Gesetz lässt sich für das gesammte Gebiet der Elektrotherapie nachweisen, und es scheint mir Aufschluss über die auffallende Thatsache geben zu können, dass der elektrische Strom nach den Schilderungen des einen Arztes ein spezifisch wirksames Therapeutikum, nach der litterarischen Darstellung eines anderen Arztes ein indifferentes Suggestivmittel, nach einer dritten Ansicht sogar ein schädigendes Agens darstellt. Empirie und ärztlicher Instinkt haben in dem ersteren Falle die korrekte Applikationsweise herauszufinden vermocht, die nunmehr nach wissenschaftlichen Grundsätzen scharf präzisiert werden kann.

Die Anwendung reinen Wassers statt der gegebenen Chlornatriumlösung und der Gebrauch des faradischen Stromes bringen nach meinen Erfahrungen die Erscheinungen des obigen Versuches in Ausfall. Dagegen lässt sich die Chlornatriumlösung durch anderweitige dissociierende Substanzen durch Elektrolyten in mässiger Konzentration, wenn auch mit weniger Vorteil, ersetzen. Die Jonenbildung der Untersuchungsflüssigkeit, die dem Blute entspricht, ist naturgemäss bei der Fortleitung des galvanischen Stromes durch G das wirksame Agens, während die Kautschuk-

peripherie isolatorisch wirkt. Nach diesen letzteren Beobachtungen erscheint die therapeutische Reaktion des faradischen Stromes in gewisser Beziehung noch als ein Problem; wahrscheinlich spielt bei diesem letzteren Strome die Muskelreizung die führende Rolle.

Offenbar ist mit diesen Versuchen der Beweis einer streng physikalischen Wirksamkeit des galvanischen Stromes im Organismus erbracht, die darin besteht, dass die von dem Strome mitgerissenen Jonen stets das Übergewicht über die, gegen die Elektricitätsrichtung wandernden Jonen erhalten. Durchfliesst der galvanische Strom einen Zellkomplex in der Längsrichtung einer mit einer Vene parallel verlaufenden Arterie, so wird er, falls er in der Blutstromrichtung eintritt, den Druck und die Wanderungsgeschwindigkeit des Blutes in der Arterie erhöhen, in der Vene erniedrigen und demnach eine therapeutisch in gewissen Fällen erwünschte kapillare Druckerhöhung bewirken. In entgegengesetzter Richtung fliessend, vermag der Strom die gegenteilige Wirksamkeit, d. h. eine kapillare Druckentlastung, die bei Congestionen und anderen pathologischen Zuständen anzustreben ist, hervorzubringen. Beachtenswert ist hierbei die Thatsache, dass bei einer derartigen Applikationsweise des galvanischen Stromes die Wirkung sich nur auf die durchflossenen Gebiete und die zugehörigen Kapillarfelder erstreckt, während der Einfluss auf den Gesammtorganismus bei gleichem Verlaufe von Arterie und Vene gemäss den vorangehenden Darlegungen völlig paralysiert wird. Demnach ist die elektrotherapeutische Wirksamkeit in Bezug auf den lokalen oder den allgemeinen physikalischen Effekt von der Applikationsweise des Stromes abhängig und aus anatomischen Überlegungen heraus willkürlich abzuändern. Diese Thatsachen führten zur Aufstellung der vierten galvanotherapeutischen Regel.

Elektrochemische Therapie.

In gleicher Weise, wie die dissociierenden Moleküle bei der Abspaltung von Jonen gemäss den Darlegungen der vorliegenden Schrift eine elektrische Strömung hervorzurufen im Stande sind, vermag umgekehrt der galvanische Strom Jonen von den betroffenen Molekülen abzuspalten und mit sich zu führen. Man hat diese Erkenntnis praktisch zu verwerten verstanden, indem man die mit spezifischen Salzlösungen befeuchteten Elektroden auf die Peripherie pathologischer Herde aufsetzte und durch den ein-

tretenden Strom gewisse Arten von Jonen zur Permeation durch ganze Zellgebiete fortreissen liess. Im Organismus sind beständig Jonen in Lösung vorhanden, die mit den künstlich zugeführten Jonen neue, spezifisch wirksame Verbindungen einzugehen im Stande sind, so beispielsweise die Wasserstoff-Jonen der nach:

Formel CCXLVII. $H_2CO_3 \rightleftarrows H - H + CO_3$

dissociierenden, im Blutserum gelösten Kohlensäure. An der elektrischen Anode dringt die metallische Komponente, an der Kathode die Säurekomponente des Salzes in die Haut ein, die normal für wässerige Salzlösungen nahezu völlig undurchgängig ist. Therapeutisch verwertbar sind vorwiegend für:

A. die Anode: Säuren, Salze der Leicht- und Schwermetalle, Alkaloidsalze,

B. die Kathode: Basen und Salze.

Mit der Flächengrösse der verwendeten Elektrode sinkt die Intensität der elektrochemischen Wirksamkeit. Die Wirkung kann sein: 1. eine zerstörende, verflüssigende (diluierte Mineralsäuren, z. B. 5 ‰ HCl-lösung), 2. nekrotisierend ohne Continuitätstrennung der Hauptpartieen, 3. erregend, 4. Spezifische Medikationen einverleibend, 5. anästhesierend (Cocain u. a.) (Frankenhäuser).

Elektrothermie.

Wir geben an dieser Stelle in Kürze die Resultate wieder, die wir auf Grund experimenteller und klinischer Studien über die Beziehungen des elektrischen Stromes und der Temperatur zu der osmotischen Spannung der Körperflüssigkeiten gewonnen haben. Es ergeben sich für die Einwirkung des galvanischen Stromes und der combinierenden Wärme- resp. Kälteapplikation (Galvanothermie) die folgenden 7 galvanotherapeutischen Grundregeln:

1. Regel: Der galvanische Strom ist osmotherapeutisch am wirksamsten, wenn er bei gegebener Intensität unter geringster Spannung im Körper ein- und austritt.

2. Regel: Der galvanische Strom ist osmotherapeutisch am wirksamsten, wenn er bei gegebener Intensität unter geringstem Widerstande im Köper ein- und austritt. (»Intensivstrom«.)

3. Regel: Der galvanische Strom ist osmotherapeutisch am wirksamsten, wenn er mit der indizierten Intensität voll eintritt, (also nicht einschleicht: »Reaktionswirkung«) und (ohne allmähliche Verminderung seiner Stärke) plötzlich ausgeschaltet

wird. Dagegen sind während des Durchfliessens des Körpers Stromschwankungen zu vermeiden (wegen der dadurch bedingten Erzeugung von Gegenströmen).

4. Regel. Der galvanische Strom soll stets mit der Richtung des Blutstromes in den Hauptarterien des zu behandelnden Organes oder Körperteiles, nie im entgegengesetzten Sinne, fliessen (Kataphorie, anscheinend Jonenwirkung der Elektrolyten im Organismus), wenn kapillare Druckerhöhung angestrebt wird, vice versa.

5. Regel: Das erkrankte Organ liege mit seinem ev. Exsudat völlig in dem von den Elektroden als Grundflächen gebildeten mathematischen Körperstumpfe eingeschlossen; dies gilt auch für einzelne erkrankte Gewebsflächen des Organes (»Organ-Elektroden«).

6. Regel: Wärme- oder Kältewirkungen sind nur an der Austrittsstelle des Stromes aus dem Körper zulässig (Elektrothermie).

7. Regel: In allen Sitzungen soll der Strom in ein- und derselben, nach IV und V zu bestimmenden Richtung, fliessen. Bei der Behandlung derselben Affektion sind gleichnamige Elektroden stets an den gleichen Punkten wieder aufzusetzen. Der Strom sei von geringer Intensität, aber konstant und protrahiert (2 bis 6 Stunden; 2—5 M—A; maximale Intensität 10 M—A bei stark entwickeltem Panniculus).

Die Befolgung der gegebenen galvanotherapeutischen Grundregeln ermöglicht eine therapeutisch verwertbare osmotische Spannungssteigerung resp. Erniedrigung je nach Indikation und Anwendung des Verfahrens. Die ersten zwei Grundregeln sind durchführbar durch Applikation des »Intensivstromes« (Zikel), d. h. eines Stromes von minimaler Spannung und minimalem Widerstande bei gegebener Intensität. Ist beispielsweise bei einer Erkrankung eine Intensität von 2 M—A Strom erforderlich, so kann dem Ohmschen Gesetze:

$$\text{Formel } I = \frac{E}{W} = 0{,}002$$

auf zweierlei Weise genügt werden: 1. der Quotient $\frac{E}{W}$ weist grosse Werte des Divisors und des Dividendus auf, oder 2. E und W sind gering. Der Strom, der also bei beliebiger Stromstärke I die kleinsten Werte von E und W aufweist, ist demnach der osmotherapeutisch wirksame Intensivstrom. (Nicht

identisch mit dem elektrotechnischen Intensitätstrome, der eine absolut grosse Intensität besitzt, während der Intensivstrom eine absolut sehr geringe, aber relativ zu E und W grosse Intensität besitzt.) Den übrigen Grundregeln genügt die von der Firma Louis & H. Löwenstein (Berlin, Ziegelstr.) konstruierte »Organ-Elektrode« mit Füllschlauch für Eis- und Heisswasserfüllung, die bei bedeutend geringerem Preise als die bisher gebräuchlichen Rollen-Elektroden etc. eine hohe, konstante und durchgreifende Wirkung auf die Funktionsänderung der Organe aufweist. Eine ausführliche Darstellung der theoretisch und praktisch wichtigsten Punkte der elektrischen Osmotherapie und die den Praktiker interessierende galvanothermische Technik sind in meiner Sehrift: »Eine neue elektrotherapeutische Methode bei Rückenmarkskrankheiten« nachzulesen, die eine Reihe klinischer und experimenteller Untersuchungen enthält, angeregt durch die Rathschläge der Herren Geh.-Rat Prof. Dr. Engelmann und Geh.-Rat Prof. Dr. Warburg.

Interpolations-Methode.

Bei meinen Berechnungen habe ich mich zur Interpolation experimentell bestimmter Werte einer Methode bedient, von der ich glaube, dass ich sie zum ersten Male anwende, da ich weder in der mathematischen noch in der naturwissenschaftlichen Litteratur ein analoges Vorgehen aufgefunden habe. Dieses empfehlenswerte Verfahren, das der Umständlichkeit nicht entbehrt, aber recht genaue Resultate ergiebt, beruht auf der folgenden Überlegung. In den exakten Naturwissenschaften finden sich oft bei gleichmässig sich summierenden Verhältnissen, z. B. bei regelmässigen Druckerhöhungen (1, 2, 3, 4 oder 2, 4, 6, 8 etc. Atmosphären) oder methodisch ansteigenden Temperaturgraden (10°, 20°, 30° etc.) experimentelle Befunde, die jeder Gesetzmässigkeit zu spotten scheinen, und die sich auch nicht in die kompliziertesten Formeln hineinzwängen lassen. Um die Verhältnisse klarzustellen, möchte ich sie durch ein Beispiel illustrieren.

Chemisch reines Wasser hat bei 4,1° seine grösste Dichte (Kopp). Unter, aber auch über dieser Temperatur erweist sich das spezifische Gewicht des Wassers geringer, also eine gesetzmässige Formel, z. B.

Formel CCXLVIII. $V_t = V_0 (1 + \alpha t)$

kann für diese Beziehungen keine Geltung haben. —

Die Eigenschaften der Stoffe erscheinen also sehr oft nicht proportional der Veränderung der sie bedingenden äusseren Verhältnisse. Offenbar widerspricht aber der exakten Auffassung der Naturwissenschaften die Anerkennung einer Regellosigkeit der Erscheinungen, d. h. einer nicht genau im Verhältnis der Umgebungsbedingungen sich verändernden Qualität der Materie. In der von mir angewandten Interpolationsmethode, die für jede beliebige zuverlässige Versuchsreihe aus dem Gebiete der exakten Naturwissenschaften Gültigkeit hat, erscheint der Beweis für die vermutete Thatsache gefunden, dass alle Naturerscheinungen sich in letzter Linie auf ganz bestimmte Gesetzmässigkeiten zurückführen lassen. Es sei eine untersuchte Eigenschaft bei konstant gesteigerter Aussenbedingung (a, a + b, a + 2b, a + 3b etc., z. B. 10°, 15°, 20° etc.) zum Teil experimentell untersucht worden, und es sei die Aufgabe gestellt, aus den gegebenen Versuchsresultate das Verhalten der Substanz bei anderen Aussenbedingungen (z. B.: a + 10 b, a + 11 b etc.) festzustellen. Für jeden Fall gilt alsdann nach meinen Untersuchungen die gesetzmässige Interpolations-Beziehung:

№	Bedingungsreihe	Resultatreihe	Interpolationsreihe I.	II	III.
1	a	c	$> c - d$	$> c - 2d + e$	$> c - 3d + 3e - f$
2	a + 1b	d	$> d - e$	$> d - 2e + f$	$> d - 3e + 3f - g$
3	a + 2b	e	$> e - f$	$> e - 2f + g$	$> e - 3f + 3g - h$
4	a + 3b	f	$> f - g$	$> f - 2g + h$	$> f - 3g + 3h - i$
5	a + 4b	g	$> g - h$	$> g - 2h + i$	$> g - 3h + 3i - k$
6	a + 5b	h	$> h - i$	$> h - 2i + k$	$> h - 3i + 3k - l$
7	a + 6b	i	$> i - k$	$> i - 2k + l$	$> i - 3k + 3l - m$
8	a + 7b	k	$> k - l$	$> k - 2l + m$	
9	a + 8b	l	$> l - m$		
10	a + 9b	m			
	Vergleich		$(a - b)^1 = a - b$	$(a - b)^2 = a^2 - 2ab - b^2$	$(a - b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$

IV.	V.
$>c - 4d + 6e - 4f + g$	$>c - 5d + 10e - 10f + 5g - h$
$>d - 4e + 6f - 4g + h$	$>d - 5e + 10f - 10g + 5h - i$
$>e - 4f + 6g - 4h + i$	$>e - 5f + 10g - 10h + 5i - k$
$>f - 4g + 6h - 4i + k$	$>f - 5g + 10h - 10i + 5k - l$
$>g - 4h + 6i - 4k + l$	$>g - 5h + 10i - 10k + 5l - m$
$>h - 4i + 6k - 4l + m$	
$(a-b)^4 = a^4 - 4a^3b + 6a^2 b^2 - 4ab^3 + b^4$	$(a-b)^5 = a^5 - 5a^4b + 10a\,3b^2 - 10a^2b^3 + 5ab^4 - b^5$

VI.

$>c - 6d + 15e - 20f + 15g - 6h + i$
$>d - 6e + 15f - 20g + 15h - 6i + k$
$>e - 6f + 15g - 20h + 15i - 6k + l$
$>f - 6g + 15h - 20i + 15k - 6l + m$

$(a-b)^6 = a^6 - 6a^5b + 15a^4b^2 - 20a^3b^3 + 15a^2b^4 - 6ab^5 + b^6$

VII.

$>c - 7d + 21e - 35f + 35g - 21h + 7i - k$
$>d - 7e + 21f - 35g + 35h - 21i + 7k - l$
$>e - 7f + 21g - 35h + 35i - 21k + 7l - m$

$(a-b)^7 = a^7 - 7a^6b + 21a^5b^2 - 35a^4b^3 + 35a^3b^4 - 21a^2b^5 + 7ab^6 + b^7$

VIII.

$>c - 8d + 28e - 56f + 70g - 56h + 28i - 8k + l$
$>d - 8e + 28f - 56g + 70h - 56i + 28k - 8l + m$

$(a-b)^8 = a^8 - 8a^7b + 28a^6b^2 - 56a^5b^3 + 70a^4b^4 - 56a^3b^5 + 28a^2b^6 - 8ab^7 + b^8$

IX.

$>c - 9d + 36e - 84f + 126g - 126h + 84i - 36k + 9l - m$

$(a-b)^9 = a^9 - 9a8f + 36a^7b^2 - 84a^6b^3 + 126a^5b^4 - 126a^4b^5 + 84a^3b^6 - 36a^2b^7 + 9ab^8 - b^9$

Man bezeichne die erste der gegebenen Vertikalreihen als »Bedingungsreihe«, weil sie die (in den gleichen Intervallen b) sich ändernde Aussenbedingung (z. B. Temperatur etc.) darstellt. Der zweiten Vertikalreihe ist die Benennung »Resultatreihe« zuzumessen, da sie die im Experiment festgestellten, bei den nebenstehenden Aussenbedingungen gültigen, Resultate über eine bestimmte Eigenschaft des geprüften Stoffes enthält. Die folgenden Vertikalreihen, welche durch die senkrecht stehenden Ketten der Subtraktionszeichen $>$ von einander getrennt sind, belege man mit der Bezeichnung: erste, zweite, dritte etc. »Interpolationsreihe«. Unter »Interpolation« verstehe man die einzelnen Zeilen einer »Interpolationsreihe«. In einem solchen, nach dem gegebenen Vorbilde aufgestellten »Interpolationsschema« lassen sich zunächst folgende strikte Gesetzmässigkeiten erkennen:

1. n Versuchsergebnisse können $(n - 1)$ Interpolationsreihen bedingen. (Maximum.)

2. Die Vorzeichen und Zahlenkoeffizienten der Interpolationsreihen gleichen denen einer Potenz von $(a - b)$ sovielten Grades, als die Zahl der Interpolationsreihen angiebt.

3. Die xte Interpolationsreihe verwendet $(x + 1)$ Resultate in jeder Interpolation.

4. Die xte Interpolationsreihe weist bei gegebenen n Resultaten $(n - x)$ Interpolationen auf.

5. Jede Interpolationsreihe enthält die gesammten gegebenen Resultate.

6. Jede Interpolationsreihe enthält $(n - x) . (x + 1) = (nx - x^2 + n - x)$ Einzelglieder. (Summanden oder Subtrahenden).

7. In den ungeraden Interpolationsreihen ist die Zahl der positiven Einzelglieder gleich der Zahl der negativen Einzelglieder $= \frac{(n - x) . (x + 1)}{2}$.

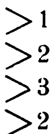
8. In den geraden Interpolationsreihen ist die Zahl der positiven Einzelglieder $= \left(\frac{x}{2} + 1\right) (n - x)$, die Zahl der negativen Einzelglieder $= \frac{x}{2} (n - x)$; es sind also $(n - x)$ mehr positive als negative Einzelglieder vorhanden.

Es tritt nun in den weitaus meisten Fällen in einer der

Vertikalreihen eine gesetzmässige Beziehung auf, welche die folgenden Formen annehmen kann:

1. a	oder 2. a	oder 3. a	oder 4. a	oder 5. a + 3b etc.,
a + 2b	a + 2b	a + b	a	a + 2b
a + 4b	a + 4b	a + 2b	a	a + b
a + 2b	a + 6b	a + 3b	a	a + 2b
a	etc.	etc.	etc.	a + 3b

wenn a und b beliebige Zahlen darstellen. Nehmen wir an, es wären 6 Resultate gegeben und wir hätten in einer Interpolationsreihe die gesetzmässige Beziehung:



aufgefunden, so sind wir berechtigt anzunehmen, dass unter dem letzten >2 der Wert >1 folgen wird. *Man interpoliert alsdann von >1 nach links zurück und ersetzt auf diese Weise die fehlenden Resultate.* Zuweilen ist das Schema einer Vertikalreihe komplizierter aufgebaut; fast stets aber wird es gelingen, nach längerem Suchen die spezifische Qualitäts-Gesetzmässigkeit der untersuchten Substanzen *empirisch* aufzufinden. Oft mus Division und Subtraktion in den einzelnen Interpolationsreihen abwechseln. Es gelten dann natürlich andere Interpolationsgesetze als die aufgestellten.

1		1	
2		3	
3		1	
2		2	
1	oder	1	etc.
1		3	
2		1	
3			
2			
1			

Stufenweise Dissociation.

Unter dem Begriffe der stufenweisen Dissociation versteht man den Zerfall eines gelösten Elektrolyten in mehrwertige Jonen und die konsequente Spaltung dieser neu gebildeten mehrwertigen Jonen in geringerwertige. So dissociiert die Ortho-Phosphorsäure nicht einfach nach dem Schema:

Formel CCXLIX. $H_3PO_4 \rightleftarrows PO_4 + H + H + H$

Orthophosphorsäure ⇄ dreiwertigen Säurerest + 3 einwertige Wasserstoff-Jonen, sondern es findet eine *stufenweise Dissociation* statt.

Formel CCL.

$$H_3PO_4 \rightleftharpoons H_1 + \quad + H_2PO_4'$$
$$\rightleftharpoons H' + H' \quad + HPO_4''$$
$$\rightleftharpoons H' + H' + H' \quad + PO_4'''$$

Die stufenweise Dissociation ist von Wichtigkeit zur Erklärung der Bildung freier Säuren in bestimmten Sekreten (s. u.).

Hydrolytische Dissociation.

Das Wasser ist in geringem Maasse an sich schon elektrisch dissociiert:

Formel CCLI.

$$H_2O \rightleftharpoons H' + OH'$$

Wasser $\rightleftharpoons$ 1 wertiges Wasserstoff-Jon + Hydroxylion.

Bewiesen wird diese Thatsache durch die elektrische Leitungsfähigkeit des Wassers, da nicht dissociierte Stoffe die Elektrizität nicht zu leiten vermögen. Diese freien Hydrogen — und Hydroxyl — Jonen vermögen im Organismus mit den Jonen bestimmter, gelöster Salze, an die eine Säure oder Base gebunden war, eine chemische Reaktion zustande zu bringen, indem sie sich mit den Säureresten verbinden und auf diese Weise aus den abgespaltenen Jonen der Salze freie Säuren und Basen zu bilden vermögen. Durch den Begriff der hydrolytischen Dissociation vermochte ich die Versuche Malys, das Auftreten freier Säuren (Chlorwasserstoffsäure u. a.) in gewissen Sekreten zu erklären, (Magensaft etc.) und unter Zuhilfenahme der Theorie der spezifischen Zellstruktur zu erweitern und zu stützen. —

Unter dem Begriffe der hydrolytischen Dissociation versteht man demnach die chemische Verbindung der elektrolytisch gespaltenen Wasserionen mit Salzionen zu Säuren oder Basen.

Als Beispiel möge die hydrolytische Dissociation des kohlensauren Kaliums in Wasser dienen, durch die freies Kohlendioxyd entsteht:

Formel CCLII.

$$K_2CO_3 \rightleftharpoons K' + K' \quad + (CO_3)_2$$
$$H_2O \rightleftharpoons \quad H' + (OH)'$$

Formel CCLIII.

$$H_2O + K_2CO_3 \rightleftharpoons K' + K' \quad + (OH') + (HCO_3)'$$
$$H_2O \rightleftharpoons \quad H' + (OH)'$$

Formel CCLIV.

$$2H_2O + K_2CO_3 \rightleftharpoons K' + K' + (OH)' + (OH)' + H_2O + CO_2$$

(Die Zahlen hinter den durch Klammern eingeschlossenen Jonen deuten ihre Wertigkeit an).

Der Dissociationsgrad einer Lösung vermag durch den elektrischen Stromwiderstand im Apparate von Kohlrausch (Prinzip der Wheatstone'schen Brücke) gemessen zu werden, den die nachstehende Figur darstellt (cf. **Tabellen**):

Apparat von Kohlrausch zur Widerstands-Bestimmung von Flüssigkeiten.

B bedeutet den Wechselstrom erzeugenden Apparat, I das Induktorium, T das Telephon, W das Widerstandsgefäss, R den Widerstandskasten: DS und NS sind stromleitende Neusilberdrähte.

Die Symbole K, k und x.

Das Symbol K bezeichnet den prozentualen Chlornatriumgehalt des Harns. (Abkürzung für NaCl$^0/_0$ bei v. Korányi). Dem absoluten Werte des Chlornatriumgehaltes im Harn: NaCl gr = $K_1 = \frac{Kx}{100}$ gr ist kein Wert für osmologische Betrachtungen zuzusprechen, während für das Symbol K wichtige Eigenschaften aufgedeckt worden sind. Die stöchiometrische Bedeutung von K ist die nachstehende. Es ist:

Formel CCLV. $K = \frac{\Delta}{f}$ wenn:

Formel CCLVI. $K = \frac{100\varphi_1 a}{x f}$ und:

Formel CCLVII. $K = \frac{p\varphi_1}{f}$.

K = prozentualer Chlornatriumgehalt des Harns
Δ = Gefrierpunkt „ „
a = Grammgehalt gelöster Substanzen „ „
p = Prozentgehalt „ „ „ „
x = Volumen (ccm) „ „
f = relativer Kochsalzgehalt „ „
φ = molekulare Konzentration von 1 gr Harnsolubilien in 100 Volumeneinheit Wasser.

Ferner ergiebt sich

Formel CCLVIII. $K = \frac{\Delta\,(2\varphi_1 k - \delta)}{\varphi_1^2 k}$ und

Formel CCLIX. $K = \frac{p\,(2\varphi_1 k - \delta)}{\varphi_1 k}$ wenn:

k = prozentualer Chlornatriumgehalt des Blutes
δ = molekulare Konzentration „ „

Diese Formeln gelten auch für pathologische Befunde, wenn

φ des Harn in jedem einzelnen Falle berechnet und dementsprechend in die Formel eingesetzt wird.

Die Symbole k und $\varkappa$ bezeichnen den prozentualen Chlornatriumgehalt des Blutes; k ist der stöchiometrisch, $\varkappa$ der experimentell (nach der Methode v. Korányis) bestimmte Wert. Es ist:

Formel CCLX. $k = \varkappa$ (nahezu identisch) $= \frac{\Delta\,(2\varphi_1 k - \delta)}{\varphi_1^2 K}$

Formel CCLXI. $k = \frac{p}{\varphi_1 K}\,(2\varphi k - \delta)$

Formel CCLXII. $k = \frac{\Delta\,\delta}{2\varphi_1 \Delta - \varphi_1^2 K}$ Ferner ist:

Formel CCLXIII. $k = \frac{f}{\varphi_1^2}\,(2\varphi k - \delta)$

Formel CCLXIV. $K = 2p - \frac{p\,\delta}{\varphi_1 k} = 2p - \frac{p^2\delta}{\Delta k}$ oder:

Formel CCLXV. $K = 2p - \frac{p^2\delta}{\Delta k}$

Formel CCLXVI. $K = p\left(2 - \frac{g}{\varphi}\right)$ und

Formel CCLXVII. $K = p\left(2 - \frac{p g}{\Delta}\right)$

Schmelzwärme.

Unter dem Begriffe der Schmelzwärme versteht man die zur Überführung einer Substanz aus dem festen in den flüssigen Zustand verbrauchte, d. h. der Umgebung entzogene Wärmemenge (Black 1775). Bezeichnet man mit:

r = Schmelzwärme des Wassers, in Gramm-Kalorieen pro gr. Substanz (= 79 gr — cal für Aq. dest.)
T = Schmelztemperatur des Lösungsmittels, in absoluter Zählung
Δ = Molekulare Konzentration einer einheitlichen Substanzlösung
p = Prozentuale Konzentration derselben
M = Molekulargewicht des gelösten Stoffes
J = Dissociations-Konstante, so ist:

Formel CCLXVIII. $\Delta = \frac{T^2 p J}{50\,M r}$, also

Formel CCLXIX. $r = \frac{T^2 p J}{50\,M \Delta}$; folglich ergiebt sich für wässrige Lösungen die Beziehung:

Formel CCLXX. $\Delta = \frac{27\,3^2\,p\,J}{50.79.M}$ oder

Formel CCLXI. $\Delta = 18,8681\,\frac{pJ}{M}$, also

Formel CCLXII. $\varphi = \frac{18,8681\,J}{M}$ für die Lösung eines Stoffes in Wasser.

Äquimolekulare Lösungen.

Äquimolekular sind solche Lösungen, in denen die Mengen der gelösten Stoffe in gr-Einheiten sich proportional ihren Molekulargewichten verhalten. Derartige Lösungen enthalten demnach in einem gleichen Volumen dieselbe Anzahl gelöster Moleküle, wenn man von Dissoziationsprozessen absehen will:

$$\underline{m_a} = \underline{m_b}.$$

Für diese Lösungen gilt der Satz von Coppet: Äquimolekulare Lösungen analoger Stoffe haben denselben Gefrierpunkt.

Kochsalzäquivalent.

Unter dem Kochsalzäquivalent einer gelösten Substanz versteht man diejenige Menge von gr-Einheiten Chlornatrium, die eine gleiche Anzahl von Molekülen wie die gegebene Substanzlösung enthalten würde. (v. Korányi.)

Es ist $a = \frac{p\,x}{100}$. Da nun für verdünnte Lösungen das Blagdensche Gesetz Geltung hat: $\Delta = p\varphi_1$, so ist

$$p = \frac{\Delta}{\varphi_1}, \text{ also:}$$

Formel CCLXXIII. $\underline{a_1 = \frac{\Delta\,x}{100\,\varphi_1}}$, wenn:

a =	Gewichtsmenge der gelösten Substanz
p =	Prozentgehalt der Substanz in der Lösung
Δ —	Gefrierpunkt der Substanzlösung
φ_1 -	Gefrierpunkt einer 1 $^0/_0$ igen Kochsalzlösung
x -	Volumen der untersuchten Flüssigkeit.

Da nämlich der Gefrierpunkt einer Lösung als relatives Mass der Anzahl gelöster Moleküle gelten kann, so ist das Kochsalzäquivalent einer Lösung gleich derjenigen Kochsalzmenge, die einen gleichen Gefrierpunkt aufweist. Δ ist der Gefrierpunkt einer p prozentigen = $\frac{\Delta}{\varphi_1}$ prozentigen Chlornatriumlösung, d. h.

die letztere ist der untersuchten Lösung äquimolekular, oder x ccm einer $\frac{\Delta}{\varphi_1}$ % igen Chlornatriumlösung enthalten die gleiche Zahl gelöster Moleküle wie die Untersuchungsflüssigkeit. Nun enthalten:

100 ccm einer $\frac{\Delta}{\varphi}$ % igen NaCl-Lösung $\frac{\Delta}{\varphi_1}$ gr NaCl, also

x " " " " " $\frac{\Delta x}{100 \varphi_1}$ gr. NaCl, also ist

$a = \frac{\Delta x}{100 \varphi_1}$ das Kochsalzäquivalent der gelösten Stoffe in der untersuchten Substanzlösung. Im Harn ist das Kochsalzäquivalent des in 24 Stunden gesammelten Harnes = 25,5 bis 51 in der Norm, also wegen seiner Schwankungen diagnostisch unverwertbar. Für den Normalharn sind diesbezügliche Bestimmungen, die grössere Gesetzmässigkeiten ergeben werden, noch nicht ausgeführt. a ist gross bei starken Männern, gering bei schwächlichen Frauen. Es besteht annähernd die Beziehung:

Formel CCLXXIV. $\frac{a}{Kp} = \text{Const.}$ (v. Korányi), wenn Kp das Körpergewicht angiebt. Die Feststellung des Wertes der Konstante steht noch aus. Ich habe darauf aufmerksam gemacht, dass a_1 nur in dem Falle das Kochsalzäquivalent einer Lösung bedeutet, wenn φ_1 den Gefrierpunkt einer 1 % NaCl-lösung darstellt. Bezeichnet hingegen φ die molekulare Konzentration einer 1 % Lösung der betreffenden Substanz, so giebt der Wert von:

Formel CCLXXV. $a = \frac{\Delta x}{100 \varphi}$

direkt den Gehalt der betreffenden Lösung an der gelösten Substanz in gr-Einheiten an. Wir führen aus diesem Grunde konstant die folgende Bezeichnung durch:

a_1 = Kochsalzäquivalent
φ_1 = 1 % NaC-lös. — Gefrierpunkt
a = Gr-gehalt einer Lösung an Substanz
φ = Gefrierpunkt einer 1 % Lösung der betreffenden Substanz.

Achloride.

Unter dem Begriffe der Achloride versteht man die chlorfreien gelösten Substanzen, d. h. alle Solubilien ausser Chlornatrium. Das Gewicht der Achloride beträgt:

Formel CCLXXVI. $P = G - \left[\frac{x}{100}\left(K + \frac{e}{10}\right) + W\right]$, wenn

- P = Gewicht der Achloride
- G = Gesammtgewicht der untersuchten Körperflüssigkeit
- x = Volumen derselben
- W = Gewicht des reinen Lösungsmittels (H_2O)
- K = Prozentgehalt Chlornatrium
- e = Promillegehalt gelöster Eiweissstoffe nach Esbach.

Ferner ergiebt sich:

Formel CCLXXVII. $\pi = a - \eta$, wenn:

- π = Molekülzahl der Achloride
- a = Zahl aller gelösten Moleküle im Blute
- η = Zahl „ „ NaCl moleküle im Blute.

Arterielles Blut.

Arterienblut giebt angeblich, mit Luft geschüttelt, keinen anderen Gefrierpunkt. Doch stellen neuere Untersuchungen diese Ansicht als irrtümlich hin (v. Limbeck, Hamburger, H. Zikel); schon kurze Zeit nach der Entnahme nähert sich das Arterienblut in seinen physikalischen Eigenschaften dem venösen Blute. Diese Thatsache spricht für die hypothetische Annahme, dass die Erythrocyten an sich zwar die Kohlensäure aus dem Blute zu entfernen vermögen (v. Korányi, Hamburger u. a.), aber diese Eigenschaft erst bei Anwesenheit genügender Sauerstoffmenge zu entfalten vermögen. (H. Zikel.)

Der Quotient $\frac{a}{\varphi}$

bezeichnet das Kochsalzäquivalent der im Blute gelösten festen Körper. Hierin bedeutet:

- a = Zahl aller gelösten Blutmoleküle
- φ = Gefrierpunkt einer 1 % NaCl-lösung.

Der Quotient $\frac{a}{\eta}$

giebt an, welcher Bruchteil der festen Moleküle des Blutes überhaupt Chlornatrium ist. Hierin bedeutet:

- a = Zahl aller gelösten Blutmoleküle
- η = „ „ „ NaCl Moleküle im Blute.

Bezeichnet ferner:

$\begin{cases} m = \text{Zahl aller aufgelösten Harnmoleküle} \\ n = \text{Zahl der chlorhaltigen Harnmoleküle.} \end{cases}$

so ergiebt sich nach v. Korányi:

Formel CCLXXVIII. $(a - \eta) : \eta = (m - n) : m$, d. h.

1. Die Zahl der chlorfreien Blutmoleküle verhält sich zu den chlorhaltigen, wie die Zahl der chlorfreien Harnmoleküle zur Anzahl sämmtlicher im Harn gelöster Moleküle. Oder:

2. Um aus dem Harn eine dem Blute ähnliche Flüssigkeit herzustellen, müsste man dem Harn $\left(a - \frac{K x}{100}\right)$ gr Chlornatrium zufügen, oder:

3. Aus dem Harn fehlen im Vergleich zum Blute soviel chlorhaltige Moleküle, als der Harn chlorfreie Moleküle enthält.

Dieses Kapitel bedarf der Nachprüfung, da die normalen Versuchsergebnisse bei ihrer Einsetzung unrichtige Ergebnisse liefern.

XXXIV. KAPITEL.

Der Ureterenkatheterismus.

Als die hervorragendsten Vertreter des Einzelkatheterismus der Nieren haben Casper und Richter zu gelten, die in zahlreichen Publikationen betonten, dass eine gedeihliche Entwickelung der kryoskopischen Osmologie ohne das wichtige Hülfsmittel des Ureterenkatheterismus nicht vorausgesehen werden könne. Dass in der That die Untersuchung des Gesammtharnes eine normale molekulare Konzentration des Harns vortäuschen kann, während der Einzelharn, der aus der einen erkrankten Niere aufgefangen wurde, einen pathologischen Befund zu geben vermag, weisen die Autoren durch die Zusammenstellung der folgenden Fälle nach, die wir vervollständigen:

Fall	Autor	Diagnose	Δ der linken Niere	Δ der rechten Niere	Wahrscheinliches Δ des Gesammtharns (abgerundete Werte)	Alter und Geschlecht + = männl. + = weibl.
1	Albarran	Intermittierende Hydronephrose	0,66°	0,82°	0,7	—
2	,,	Rechtsseit. Pyonephrose	0,81	0,74	0,8	—
3	,,	Doppelseit. ,,	0,50	0,53	0,5	—
4	,,	Rechtsseit. ,,	1,37	0,55	1,4 !	—
5	Illyes (v. Korányi)	Linksseit. ,,	0,81	1,96	1,4 !	—
6	,,	Linksseit. ,,	0,70	1,52	1,1	—
7	Kümmell	Rechtsseit. Pyelonephritis	0,65	1,75	1,2	—
8	Albarran	Doppelseit. Pyelitis	1,17	1,82	1,5	—
9	,,	Linksseit. Nierentuberkulose	0,70	0,81	0,7	—
10	,,	Linksseit. ,,	0,61	0,69	0,6	—
11	,,	Rechtsseit. ,,	0,60	0,53	0.6	—
12	,,	Linksseit. ,,	0,64	1,04	1,0	—
13	Kümmell	Linksseit. ,,	0,81	0,81	0,8	—
14	Illyes	Linksseit. ,,	0,44	1,37	0,9	—
15	,,	Linksseit. ,,	0,52	0,70	0,6	—
16	Albarran	Stein in der linken Niere	1,18	1,52	1,2	—
17	,,	Linksseit. Nierentumor (?)	0,70	1,48	1,6 !	—
18	Illyes	Rechtsseit. Nierencarcinom	1,41	0,68	1,1	—
19	Albarran	Linksseit. Ren mobilis	1,41	1,55	1,5	—
20	Kümmell	Chron. parenchym. Nephritis	0,19	0,75	0,5	—
21	,,	Linksseit. paranephrit. Abscess	1,44	1,54	1,5	—
22	,,	Rechtsseit. Ren mob. + Hydronephrose	0,42	0,36	0,4	—
23	Illyes	Nephrit. interstit.	0,69	0,42	0,5	—
24	,,	Rechtsseit. Nierenfistel	1,40	0,57	1,0	—
25	Casper & Richter	Urethritis	1,58	1,59	1,6	—
26	,,	Albuminuria cyclica	0,30	0,37	0,3	—
27	,,	Cystitis (lev.)	0,30	0,21	0.3	—
28	,,	Nephrit. interstit.	0,44	0,94	0,7	—
29	,,	Urethritis	1,42	1,42	1,4	—
30	,,	Rechtsseit. Pyonephritis	0,78	0,48	0,6	±
31	,,	Urethritis	1,48	1,58	1,5	—
32	,,	Cystitis	0,43	0,46	0,4	±
33	,,	Rechtsseit. Nephralgia	1,53	0,85	1,2	—
34	,,	Rechtsseit. Nephrolithias.	1,55	0,71	1,1	—
35	,,	(Pyelitis) Cholelithiasis	0,69	0,59	0,6	±
36	,,	Schrumpfblase	0,50	0,50	0,5	44 ±
37	,,	Beiderseit. Nierentuberk.	0,84	0,79	0,8	27 +

Fall		Diagnose	Δ der linken Niere	Δ der rechten Niere	Wahrscheinliches Δ des Gesammtharns (abgerundete Werte)	Alter und Geschlecht + = männl. ± = weibl.
38	Casper & Richter	Rechtsseit. Nephrolithiasis	0,20(?)	0,25(?)	0,2	35 +
39	"	Nephrit. (?) chronica	1,16	0,99	1,1	27 +
40	"	Linksseit. Nephralgia	0,81	0,74	0,8	48 ±
41	"	Pyelitis + Cystit. gonorrh. + Haematurie	1,06	1,06	1,1	23 +
42	"	Nephritis haemorrhagica	0,39	0,29	0,3	17 ±
43	"	Rechtsseit. Nierentumor (?) Linksseit. Hämaturie	0,52	0,79	0,6	±
44	"	Rechtseit. Nierentumor (?)	1,70	0,95	1,3	±
45	"	Linksseit. Nephrolithiasis	1,55	1,08	1,3	64 ±
46	"	Pyelonephritis	1,10	1,12	1,1	24 +
47	"	Calcul. vesicae (Cystitis)	0,22	0,22	0,2	27 ±
48	"	Linksseit. Pyelonephritis	0,59	0,78	0,6	38 +
49	"	Kachexie (Tumor rechts?)	0,31	0,35	0,3	±
50	"	Neurosis vesicae	0,67	0,78	0,7	—
51	"	Rechtsseit. Nierentuberk.	0,61	0,83	0,7	—
52	"	Rechtsseit. Pyelonephritis	1,26	1,10	1,1	22 +
53	"	"	1,28	1,08	1,2	21 +
54	"	Rechtsseit. Nephrolithiasis	1,48	0,54	1,0	20 —
55	"	Nierensyphilis	1,00	0,91	1,0	37 —
56	"	Rechtsseit. Pyonephrit. Linksseit. Amyloid ren.	0,57	0,57	0,6	—
57	"	Rechtsseit. Pyonephritis + Pyelonephr. (lev.)	0,74	0,76	0,7	49 —
58	"	Doppelseit. Nephrolithiasis	0,81	0,83	0,8	21 +
59	"	Rechtsseit. Nierentumor + Hämaturie	0,91	0,73	0,8	+
60	"	Rechtsseit. Nierentuberkul.	1,03	0,89	0,9	—
61	"	"	1,25	1,10	1,2	—
62	"	Rechtsseit. Pyonephrosis	1,18	0,48	0,8	24 —
63	"	Rechtsseit. Pyonephrosis Linksseit. Pyelonephrosis	0,94	0,49	0,7	35 —
64	"	"	0,74	0,51	0,6	35 —
65	"	Linksseit. Pyonephros. calcul.	0,40	0,47	0,4	+
66	"	Albuminur. ren. Nephritis?	0,23	0,25	0,2	—
67	"	Doppelseit. Pyelitis lev. gonorrh.	1,44	1,42	1,4	—
68	"	Linksseit. Nierentuberk.	0,91	1,50	1,2	19 +
69	"	Rechtsseit. Nephrolithias.	1,65	1,30	1,0	+

Das Studium dieser Versuchsergebnisse zeigt, dass von 69 Fällen nur 3 Fälle (Pat. 4, 5 und 17) im Gesammtharne einen

täuschenden kryoskopischen Befund aufweisen würden, wenn man mit v. Korányi annimmt, dass der Gefrierpunkt des Harns unter 1,3° pathologische Verhältnisse in den Nieren verrate. Hierzu kommt, dass diese drei Fälle äusserst schwere Krankheiten betreffen (Pyonephrose und Tumor), die an sich durch anderweitige Symptome auf eine Nierenerkrankung hinweisen würden. Von diesem Gesichtspunkte aus müssen wir sagen, dass das von Casper & Richter aufgestellte Argument: die Kryoskopie des Gesammtharns sei wertlos und der Einzelkatheterismus in jedem einzelnen Falle vorzunehmen, in der folgenden Weise einzuschränken ist:

1. Für Klinik und Poliklinik ist die wissenschaftliche Präzisierung, welche von beiden Nieren die im Gesammtharne nachgewiesene Niereninsufficienz speziell betreffe, durch die Caspersche Methode des Einzelkatheterismus in jedem einzelnen Falle unbedingt erforderlich.

2. Bei chirurgischen Fällen ist der Nierenkatheterismus der Operation vorauszuschicken.

3. Für den praktischen Arzt, soweit ihn nur das Bestehen einer Niereninsufficienz überhaupt interessiert, ist der Einzelkatheterismus entbehrlich und die Kryoskopie des entleerten Gesammtharns völlig zureichend, wenn es gelingt, diagnostisch die erkrankte Niere aus anderweitigen Symptomen zu erkennen. Vermag er dies nicht, so giebt der unter besonderen Cautelen ausgeführte Einzelkatheterismus der Nieren Auskunft über die Seite der Nierenerkrankung.

Man denke daran, welch ein eingreifendes Verfahren die Caspersche Methode an sich darstellt, und dass, wenn auch von den modernen Autoren bestritten, eine grosse Reihe von Fällen bekannt geworden ist, in denen eine fatale aufsteigende Infektion von den unteren Harnmengen aus durch den Katheterismus zugestanden wurde. Selbst wenn die neueren Autoren glauben, dass die Methode des Einzelkatheterismus soweit vervollkommnet sei, dass artefizielle Infektionsübertragungen ungeachtet der ausserordentlichen Verbreitung speziell der sexuellen Infektionen nicht mehr vorkommen würden, so lassen sich doch ernste Bedenken dagegen erheben, das Nierenkatheter aus der Hand des routinierten, täglich ausübenden Spezialisten und Klinikers in die Hand des wenig geübten praktischen Arztes übergehen zu lassen! Für die obengenannten klinischen und chirurgischen Zwecke

dagegen ist der Wert des Nierenkatheters ein unbestreitbarer. In der folgenden, von Herrn Dr. Casper gütigst zur Verfügung gestellten, Abbildung ist eine empfehlenswerte Form des Ureterenkatheters dargestellt, wie sie sich zur Erlangung der zu kryoskopierenden Einzelharne als praktisch erwiesen hat.

Stickstoffausscheidung der Nieren.

Diagnostische Anhaltspunkte vermag die Stickstoffausscheidung nicht zu geben (v. Korányi, Casper & Richter, v. Noorden, Ritter, Kornblum, Köhler, Fleischer u. a.). Nach Casper & Richter sezernieren normale Nieren beiderseits nahezu gleiche Stickstoffmengen:

Fall	Rechte Niere	Linke Niere
1	N = 0,59 %	N = 0,58 %
2	0,65	0,61
3	1,14	1,12
4	1,96	1,96
5	0,61	0,61
6	0,49	0,44
7	0,52	0,53

Die Stickstoffausscheidung der rechten Niere (im Mittel 0,851 %) erscheint demnach um einen geringen Bruchteil (0,02) gegen die Stickstoffausscheidung der linken Niere (im Mittel 0,836 %) erhöht.

Über die Phloridzinmethode zur Feststellung der Nierenfunktion.

Originalbeitrag von Dr. **Paul Friedrich Richter**, Assistent der III. med. Klinik der Königl. Charité zu Berlin.

Der Herausgeber des vorliegenden Werkes wünscht von mir eine kurze Darstellung der von mir in Gemeinschaft mit Casper in die nierenchirurgische Diagnostik eingeführten Phloridzinmethode, da dieselbe, ebenso wie die von ihm ausführlich abgehandelten Methoden der physikalischen Chemie, eine funktionelle Nierendiagnostik ermöglichen hilft.

Das Phloridzin regt bekanntlich die Nieren zu einer Zuckerausscheidung an, es veranlasst in einer uns bisher noch unerklärlichen Weise die Nierenzellen, Zucker dem Blute zu entziehen. Von der Menge funktionsfähiger Nierenzellen, arbeitenden Nierenparenchyms hängt die Grösse der Zuckerausscheidung ab. Sie versiegt völlig, wo die Nieren-

parenchyme in einer erheblichen Weise geschädigt oder untergegangen sind.

Die Bestrebungen, diese Thatsache für eine funktionelle Diagnostik doppelseitiger Nierenerkrankungen, speziell der Nierenentzündungen, zu verwerten (Achard), haben sich als nicht erfolgreich herausgestellt. Um so fruchtbarer erweist sich der Gedanke, die Masse des arbeitenden Nierenparenchyms aus der Grösse der durch Phloridzin herbeigeführten Zuckerausscheidung zu bestimmen; bei einseitigen Nierenerkrankungen, meist chirurgischer Natur, verbindet man, wie dies Casper und ich gethan haben, die Phloridzindarreichung mit dem Ureterenkatheterismus, d. h. bestimmt man die Zuckerausscheidung aus jeder Niere, so hat man in deren Verhalten **ein ausgezeichnetes Kriterium für die Grösse der Nierenarbeit.**

Der modus procedendi ist dabei folgender: Es werden 0,005 bis 0,01 Phloridzin (letztere Menge ist bei grösseren und schwereren Individuen durchaus notwendig) subkutan eingespritzt. Beiläufig erwähnt, ist eine derartige Injektion absolut unschädlich. Etwa 10 bis 15 Minuten nach der Injektion wird der Harnleiterkatheter eingeführt und in der während ca. 30 bis 40 Minuten aus jeder Niere sezernierten Harnmenge die Zuckerausscheidung quantitativ bestimmt. Für diesen Zweck genügt durchaus das von Lohnstein angegebene Gährungssaccharometer.

Sowohl wir selbst, als eine Reihe nachprüfender Autoren sind mit den auf diese Weise für die Nierendiagnostik erzielten Resultaten recht zufrieden gewesen. Nur möchte ich mich gegen eine missverständliche Auffassung wenden: Von mancher Seite werden Vergleiche zwischen der kryoskopischen und der geschilderten Methode gezogen und bald die eine oder die andere als die zuverlässigere hingestellt. Es kann nicht scharf genug betont werden, dass nicht eine Methode die andere ersetzen, sondern ergänzen soll: Eine so schwierige Aufgabe, wie die Bestimmung der Nierenfunktion, muss aber von verschiedenen Seiten und verschiedenen Gesichtspunkten ihrer Lösung entgegengeführt werden, und das Ziel wird um so eher erreicht werden, je mehr Wege dazu führen.

Chlorausscheidung der Nieren.

Die absolute Gewichtsmenge der Chlorausscheidung ist diagnostisch nicht verwertbar. Dagegen ist die von v. Korányi zuerst

erkannte, von den neueren Autoren leider unterschätzte Bedeutung des Quotienten $f = \frac{\varDelta}{K}$, d. h. das Verhältnis der molekularen Mengen von Solubilien zu der Menge der Chlornatriummoleküle von entscheidendem Werte. (cf. f.) Ich vermochte selbst in den Arbeiten derjenigen Autoren, die sich gegen die Notwendigkeit der Chlornatriumbestimmung (im Harn und Blut) aussprachen, die klinische diagnostische Bedeutung von f nachzuweisen und so die Angaben v. Korányis und seiner Schüler zu bestätigen. Die Chlorausscheidung der einzelnen Nieren ist in der Norm beiderseits nahezu gleich: (Casper & Richter).

Fall	Rechte Niere	Linke Niere
1	NaCl = 1,19 %	NaCl = 1,35 %
2	1,28	1,14
3	1,19	1,25
4	1,10	0,97
5	0,48	0,46
6	1,08	1,05

Die Chlornatriumausscheidung der rechten Niere (im Mittel 1,053 %) erscheint demnach nur um einen geringen Bruchteil (0,02) gegen die Chlornatriumausscheidung der linken Niere (im Mittel 1,036 %) erhöht.

Mengen fester Moleküle im Harn.

In der Norm ist die von der rechten Niere ausgeschiedene Quanlität fester Moleküle annähernd gleich der durch die linke Niere abgeschiedenen Menge fester Moleküle im Harn. Die molekularen Konzentrationen der durch Einzelkatheterismus der Nieren enthaltenen Harne sind bei normalen Nierenbefunden von Casper & Richter untersucht worden.

Fall	Rechte Niere	Linke Niere	
I	$\varDelta$ = 1,59°	$\varDelta$ = 1,58°	
II	1,42	1,42	
III	1,48	1,48	
IV	0,50	0,50	Urin gleichmässig verdünnt
V	1,06	1,05	Urin gleichmässig verdünnt
VI	0,22	0,22	Urin gleichmässig verdünnt

Die Ausscheidung fester Moleküle durch die rechte Niere (im Mittel $\varDelta$ = 1,045°) erscheint demnach um einen geringen Bruchteil (0,003) gegen die Abscheidung fester Moleküle durch die linke Niere (im Mittel $\varDelta$ = 1,041°) erhöht.

Die von Illyes angegebenen normalen Werte, die nacheinander entnommene Einzelharne charakterisieren, weichen in nur geringem Masse von den obigen Werten ab:

Fall	Rechte Niere	Linke Niere
VII	Δ = 1,91°	1,30
VIII	1,86	1,31
IX	1,11	1,85
X	1,10	1,46

Nach diesen Befunden weicht Δ der rechten Niere (im Mittel 1,495°) um den geringen Bruchteil 0,01 von Δ der linken Niere (im Mittel 1,450) ab.

Wenn: Δ_r = kryoskopischer Befund der rechten Niere
Δ_l = „ „ „ linken „
m_r = Zahl der festen gelösten Moleküle im Sekrete der rechten Niere
m_l = Zahl der festen gelösten Moleküle im Sekrete der linken Niere,

so verhält sich

Formel CCLXXIX. $\frac{\Delta_r}{\Delta_l} = \frac{m_r}{m_l}$. Daher ist Δ als ein relatives Mass der im Harn enthaltenen Moleküle zu betrachten (v. Korányi, Zikel). Der durch Casper & Richter (Funktionelle Nierendiagnostik etc. S. 59) veröffentlichte Molekulargewichtsbestimmungsapparat stellte die veraltete Form des Beckmann-Apparates dar und ist wegen der Unzuverlässigkeit seiner Resultate als unbrauchbar für exakte ärztliche Bestimmungen zu bezeichnen. Präzise Resultate ergiebt das Pektoskop.

Diagnostische Verwertbarkeit der Nieren-Ausscheidung künstlich eingeführter Substanzen.

Da in der Kryoskopie und dem Nierenkatheterismus zwei völlig zureichende diagnostische Hülfsmittel zur Bestimmung des Grades der Nieren-Suffizienz gefunden sind, so möchten wir an dieser Stelle besonders betonen, dass alle übrigen Methoden, besonders die Einführung organfremder Substanzen zu diagnostischen Zwecken für den praktischen Arzt (soweit er nicht wissenschaftliche Untersuchungen anstellen will) durchaus unnötig sind. Obenan unter den gebräuchlichen Reaktionsmitteln steht an funktionsändernder Wirkung für den Organismus

das neuerdings lebhaft debattierte Methylenblau. Phloridzin ruft beim Eintreten in die Blutbahn einen künstlichen Diabetes hervor, und es kann nach den modernen Anschauungen der pathologischen Anatomie nicht geleugnet werden, dass eine Zuckerausscheidung (selbst die physiologische Glycosurie) durch leichte Schädigung der Nierenepithelien bedingt ist, dass sie, wenn auch nur vorübergehend, einen pathologischen Zustand hervorruft, von dem wir niemals ermessen können, ob er nicht beim Hinzutritt einer späteren Schädigung die Disposition für dieselbe erhöhen wird. Das Freisein der Patienten von subjektiven Symptomen ist kein Gegenbeweis; die hypernormale Glycosurie an sich hat als objektives pathologisches Symptom zu gelten. In ähnlicher Weise wirkt Methylenblau schädigend auf den osmotischen Druck und die Gewebe selbst ein. Der praktische Arzt wird deshalb dem Gebrauche dieser diagnostischen Mittel vorläufig mit Vorteil entbehren, während sie für die klinischen Feststellungen zu unentbehrlichen Methoden sich herausgebildet haben.

Spezifisches Volumen.

Seit langer Zeit wird von den Forschern der exakten Naturwissenschaften der Vorschlag lebhaft debattiert, statt des spezifischen Gewichtes S die exaktere Begriffsbestimmung seines reciproken Wertes, des spezifischen Volumens $\frac{1}{S}$ einzuführen, da es präziser sei, wissenschaftliche Begriffe auf eine unveränderliche Grösse, wie sie der Raum darstellt, zu beziehen, als auf eine veränderliche Grösse, die die Masseneinheit eines Körpers ist. Die Masse eines Körpers hängt nämlich von g, d. h. von der Beschleunigungskonstante ($g = 9{,}808$) eines fallenden Körpers durch die Erdattraktion ab und weist demnach auf verschiedenen Punkten der Erde für dieselbe Masseneinheit einen veränderlichen Wert auf. So unwiderleglich diese Deduktionen auch sind, so wird man sich nach meiner Meinung dennoch für die Anerkennung des spezifischen Gewichtes für das Gesammtgebiet der Osmologie aus folgenden bestimmenden Gründen entschliessen müssen:

1. Die bisherigen Angaben in der gesammten Litteratur beziehen sich auf das spezifische Gewicht. Wenn die umständliche Umrechnung in das spezifische Volumen aus wissenschaftlichen Gründen schliesslich auch durchführbar wäre, so ist doch als hauptsächlichstes Gegenargument das folgende zu bedenken:

2. Spezifische Gewichtsbestimmungen enthalten an sich Versuchsfehler. Würde man die experimentalen Ergebnisse durch 1 dividieren, so kann die letzte Stelle einen Fehlerzuwachs durch dieses Verfahren erhalten, und:

3. Für die Medizin liegt kein praktisches Bedürfnis für eine derartige Umrechnung vor.

Ich habe aus diesen Erwägungen heraus den Begriff des spezifischen Gewichtes in der vorliegenden Schrift beibehalten. Kopp, Ostwald u. a. haben vorgeschlagen, als spezifisches Molekularvolum den Ausdruck $\mu = \frac{M}{S}$ anzuerkennen. (μ = Molekularvolum, M = Molekulargewicht, S = Spezifisches Gewicht.) Bei den Untersuchungen der Körperflüssigkeiten ist diese Umrechnung unausführbar, weil es sich hierbei nicht um eine Substanz, sondern um Stoffgemische handelt. Das Koppsche Gesetz, dass isomere Flüssigkeiten gleiches Atomvolumen besitzen, hat in dieser Arbeit in der Modifikation von Thorpe (Journ. Chem. Soc. 1880) eine Anwendung bei den Molekularberechnungen finden können.

Histogene Immunität.

Die von Roux und Borrel in neuester Zeit nachgewiesenen Lokaldifferenzen in der graduellen Wirksamkeit der histogenen Immunität scheinen von Wichtigkeit für die Chemie der spezifischen Zellsubstanzen werden zu wollen. Von den Tierversuchen der genannten Autoren zur Stützung dieser Entdeckung ist der Versuch am Kaninchen bemerkenswert, das durch Tetanusgift-Injektion in das Gehirn leicht in Starrkrampf verfällt, während subkutan oder direkt in die Blutbahn gerichtete Injektionen etwas schwerer zur Wirksamkeit gelangen. Als einzige Ursache dieser Erscheinung vermag man osmologisch nur eine verschiedene chemische resp. physikalische Beschaffenheit der Sera oder Zellprodukte anzunehmen, und derartige Versuche mit chemischen Reagentien scheinen Licht auf die spezielle Art dieser Verhältnisse werfen zu können.

Spezifische Struktur.

Unter dem Begriffe der spezifischen Struktur einer Zellmembran verstehe ich die Konstruktion einer Zellwand, vermöge deren sie für gewisse Substanzen nur nach einer Richtung hin durchlässig ist. Denken wir uns eine Zellmembran als eine in der Medianebene liegende Fläche vor uns dargestellt, so ver-

mögen gewisse Substanzen die Zellwand osmotisch nur von rechts nach links, nicht aber von links nach rechts, zu durchdringen, während Stoffe von anderer chemischer Constitution die Wand nur von links nach rechts, nicht aber umgekehrt zu durchdringen vermögen. Es ergiebt sich der wichtige Satz: Die spezifischen Strukturen der gleichartigen Zellen eines bestimmten normalen Organes sind im allgemeinen homogen. Beispielsweise sind Leberzellen, in der Norm unter sich verglichen, für dieselben Substanzen im gleichen Sinne durchgängig, während Leberzellen im Vergleiche mit den Belegzellen der Magenschleimhaut eine differente spezifische Struktur aufweisen. Wirken indessen lokalisierte schädliche Einflüsse auf die Zellmembran ein, so entsteht eine spezifische Strukturänderung, und in diesem Falle ändert die Zellmembran ihre »Durchlässigkeit«. Eine spezifische Strukturänderung aller Zellen im Organismus tritt sehr allmählich, aber kontinuierlich nach einer gewissen »Lebenszeit« der Zellen ein, und infolgedessen sterben beständig ältere Zellen aus den weiter unten angegebenen Gründen im Organismus ab. —

Wir wissen, dass jede Membran, die auf beiden Seiten von ungleich konzentrierten Substanzlösungen umspült wird, auf beiden Seiten verschiedene Kontraktionsgrade aufweist. Infolge dieser verschiedenen Grade der Kontraktion der Membran vermögen die diffundierenden Substanzen die permeable Wand in verschiedener Weise zu durchdringen. Wir wissen ferner, dass verschiedenartige Zellmembranen im Körper eine osmotische Durchwanderungsfähigkeit für gewisse Stoffe aufweisen und müssen deshalb für die verschieden differenzierten Organgewebe eine verschiedene spezifische Struktur der Zellen annehmen. (Zikel).

Eine äusserst bemerkenswerte und interessante Stütze dieser Theorie der Zellstruktur geben die Erwägungen von Maly, der das Auftreten freier Säuren und saurer Salze im Harn, Schweiss und Magensaft durch eine chemische Spaltung bei der Diffusion der Salze des Blutserums erklärt. In der That weiss man, dass durch Dissociationsprozesse sich freie Säurereste abspalten können (Jonen), deren Diffusionsgeschwindigeit von derjenigen der ursprünglich aufgelösten Moleküle ganz erheblich abweicht, sodass die Thatsache wohl erklärlich erscheint, dass die Osmose der Säurereste diejenige der Neutralsalze bei gewissen Zellmembranen zu überwiegen vermag. Im Kapitel »Dissociations-

vorgänge« im Organismus ist die anerkannte und experimentell bewiesene (cf. Figur) Thatsache des weiteren ausgeführt, dass in Wirklichkeit die Diffusionsgeschwindigkeit bestimmter Jonen diejenige ihrer ursprünglichen Muttersubstanzen zu übertreffen vermag. Es ist dies der einzige, experimentell gestützte und bisher überhaupt geglückte Versuch, die Thatsache zu erklären, dass aus dem gleichartigen Blutserum so chemisch verschiedenartige Sekrete zu entstehen vermögen. Die chemischen Zersetzungsvorgänge vermögen sich eben nur durch eine verschiedene Durchgängigkeit der Zellmembranen für gleichartige Moleküle verschiedenartig zu gestalten, und diese Thatsache stützt die oben gegebene Theorie. Durch diese Erwägungen wird aber zugleich das von J. Munk den Betrachtungen Malys vorgeworfene Gegenargument unhaltbar, dass »es nicht recht einzusehen ist, warum denn nur im Magen, in den Nieren und in den Schweissdrüsen bei der Diffusion chemische Zersetzung stattfinden soll, nicht aber in den Thränen-, Speicheldrüsen, im Pankreas u. a.« Wir sind eben durch die mikroskopische und besonders osmologische Beobachtung zu der Annahme gezwungen, dass die spezifische Struktur verschieden differenzierter Organgewebe eine differente ist, und dass die abgespaltenen freien Jonen die Zellmembranen der Thränendrüsen nicht annähend in dem Masse zu durchwandern vermögen, wie in beispielsweise den Belegzellen der Magenschleimhaut. Dass freie Säuren nicht im Blutserum vorkommen, ist kein Gegenbeweis für diese Thatsachen. Man weiss, dass die hauptsächlichsten Dissociationsprozesse des Organismus die Gewebsflüssigkeiten betreffen, die in erster Linie die elektrolytischen Zellprodukte empfangen; man weiss ferner, dass die Gewebsflüssigkeiten (z. B. Muskelsera) das Blutserum im hohen Masse in Bezug auf den Gehalt dissociationsfähiger Elektrolyten übertreffen und so den Mutterboden der wichtigsten Dissociationsvorgänge darstellen, und schliesslich ist bekannt, dass die hauptsächlichsten osmotischen Prozesse vorwiegend die Sekretion, Resorption etc. betreffen, während der Übergang der Gewebsflüssigkeiten in die Blutbahn mehr einen mechanischen Mischungsvorgang darstellt, während doch die freien Säuren der genannten Sekrete nach Maly als ein Produkt der Osmose und ihrer Konsequenzen aufzufassen sind.

Die molekulare Diurese und Eiweissabscheidung.

Bei den neueren Autoren ist der bedeutende Unterschied zwischen:

$$\text{Kochsalzäquivalent} = a_1 = \frac{\Delta x}{100\varphi_1} \text{ und}$$

$$\text{Molekulare Diurese: } a = \frac{\Delta x}{100\varphi}$$

leider nicht streng genug durchgeführt worden. Bezeichnet φ_1 die molekulare Konzentration einer 1 % Chlornatriumlösung, so stellt a_1 das Kochsalzäquivalent einer beliebigen Substanzmenge dar, deren Volumen x ccm und deren Gefrierpunkt Δ^0 beträgt. Bezeichnet man aber die molekulare Konzentration einer 1 % Lösung der betreffenden einheitlichen Substanz mit φ, so hat man unter a den Grammgehalt der Substanz in ihrer Lösung zu verstehen. Naturgemäss kann man nach dem Vorgange von v. Korányis diese letztere Zahl a (n i c h t aber a_1!) im Harne als »molekulare Diurese« bezeichnen, da der Substanzgehalt in Gewichtseinheiten ein relatives Mass für die Anzahl der im Harne gelösten Moleküle abgiebt, also die Beziehung besteht:

$$\text{Formel CCLXXX.} \quad \frac{a_x}{a_y} = \frac{m_x}{m_y}, \text{ wenn}$$

$\left.\begin{matrix} a_x \\ a_y \end{matrix}\right\}$ Substanzgehalt zweier Lösungen in gr-Einheiten.

$\left.\begin{matrix} m_x \\ m_y \end{matrix}\right\}$ Zahl der Substanzmoleküle in beiden Lösungen.

Beim Studium der v. Korányischen Schriften hat man sich also vor dem Irrtume zu hüten, als ob a stets denselben Wert und dieselbe Bedeutung habe, da v. Korányi noch nicht die angegebene Begriffstrennung von a_1 und a durchgeführt hat.

U n t e r d e m B e g r i f f e d e r m o l e k u l a r e n D i u r e s e v e r s t e h t m a n d e m n a c h d e n G r a m m g e h a l t d e s H a r n s a n g e l ö s t e n f e s t e n M o l e k ü l e n (a u s s e r E i w e i s s) (v. Korányi, Zikel). Ich habe mich entschliessen müssen, statt des von dem genannten Autor allgemein gebrauchten Ausdruckes »Gehalt an gelösten Stoffen«, den beschränkenden Begriff »Gehalt an festen Molekülen ausser Eiweiss« an die Vorstellung der molekularen Diurese zu binden, da sich aus osmologisch-stöchiometrischen Gründen eine Trennung von a (Salze) und E (gelöste Eiweissstoffe) als notwendig erwies. — Aus den obigen Formeln lässt sich folgern:

Formel CCXXXI. $\frac{a_1}{a} = \frac{\varphi}{\varphi_1}$,

d. h. das Kochsalzäquivalent einer Substanzlösung (Harn etc.) verhält sich zu ihrer Konzentration (molekulare Diurese) wie der Gefrierpunkt einer 1 % Lösung der Substanz (oder des Substanzgemisches) zum Gefrierpunkt einer 1 % NaCl-Lösung.

XXXV. KAPITEL.

Praktische Fragen aus der Absorptionslehre.

Das von Henry im Jahre 1803 aufgestellte Gesetz: Die Menge des absorbierten Gases ist proportional dem Drucke der mit der Flüssigkeit in Berührung stehenden Gasmasse, scheint von osmologischen Gesichtspunkten aus die Neubearbeitung einer Reihe offen gebliebener Fragen anregen zu können. Bei vermindertem Drucke entweicht ein Teil des absorbierten Gases. Inwieweit nun bei Inhalationen verdünnter Luft oder Gase ein Entweichen der im Blutserum absorbierten Gase stattfindet, und in welchem Grade dabei die Loslösung des Sauerstoffes aus der lockeren Verbindung des Oxyhämoglobins eine Rolle zu spielen vermag, ist noch nicht mit zureichender Genauigkeit festgestellt. Ist ein Gasgemisch mit der Flüssigkeit in Berührung, so ist nur der Partialdruck eines jeden Gases wirksam. So wird beispielsweise die absorbierte Sauerstoffmenge nicht vermehrt, wenn man noch Stickstoff in den Raum über der Flüssigkeit hineinpresst. Uns scheint in diesen Thatsachen ein Vorzug der Inhalationstherapie komprimierten Sauerstoffes vor derjenigen komprimierter Luft zu liegen, indem bei der ersteren der gesammte Druck von x Atmosphären dem Sauerstoff allein zu Gute kommt, während bei der letzteren nur der Partialdruck des Sauerstoffes = y, der $<$ x ist, zur Wirksamkeit gelangt. Vorausgesetzt ist hierbei, dass beide Gase, Luft resp. Sauerstoff, unter dem gleichen Drucke von x Atmosphären eingeatmet werden.

Die Absorptionsfähigkeit einer Flüssigkeit nimmt mit steigender Temperatur ab. Wir glauben, dass nicht allein die erhöhte Oxydation der Gewebe und der konsequente Sauerstoff-

mangel die Erscheinung der **Fieberdyspnoe** zu erklären vermag, sondern dass im Sinne des angeführten Absorptionsgesetzes das Blut infolge seiner Temperaturerhöhung seine Aufnahmefähigkeit für Oxygen vermindert, und dass dieser Faktor ebenfalls zur Entstehung der Fieberdyspnoe mitwirkt.

Nach Bunsen absorbiert Wasser bei 15° $^1/_{34}$ Vol. O und $^1/_{70}$ Vol. N; die entsprechenden Werte für das Blutserum sind an anderer Stelle gegeben worden; sie scheinen zu stark von diesen annähernden Vergleichswerten abzuweichen. Eine Druckerhöhung des Sauerstoffes erhöht im proportionalen Verhältnis die vom Plasma absorbierte Gasmenge.

Blagdens Gesetz.

Nach Blagden besteht zwischen den Gefrierpunkten von Substanzlösungen und ihren Konzentrationen eine Proportionalität:

Formel CCLXXXII. $\frac{\Delta_a}{\Delta_b} = \frac{p_a}{p_b}$, oder:

Formel CCLXXXIII. $\frac{\Delta_a}{p_a} = \frac{\Delta_b}{p_b} = \text{Const.}$

Δa = } Gefrierpunkte zweier Substanzlösungen
Δb = }

pa = } Prozentuale Konzentrationen beider Lösungen.
pb = }

Wir ziehen es vor, statt der Gesammtkonzentration a die prozentuale Konzentration p zu wählen, da sich hieraus einige praktische Vorteile für die osmologische Stöchiometrie ergeben. Ergiebt: $\frac{\Delta}{p}$ die Konstante C_1 und $\frac{\Delta}{a}$ die Konstante C_2, so ist, da $a = \frac{p\,x}{100}$, die Konstante C_1 einfach mit $\frac{x}{100}$ zu multiplizieren, um C_2 zu ergeben.

Das Blagdensche Gesetz erleidet Ausnahmen. Ich möchte diese Verhältnisse in anderer Weise darstellen, als dies bisher geschehen ist, um eine gewisse Gesetzmässigkeit zu schildern, die sich aus ihnen erkennen lässt. v. Korányi stellt für Chlornatriumlösungen die Beziehung auf:

Formel CCLXXXIV. $\frac{\Delta}{p} = \varphi$, wenn Δ den Gefrierpunkt einer 1 % NaCl-lösung (es handelt sich im Gesammtgebiete der Osmologie stets um wässrige Lösungen, wenn dies nicht besonders negiert ist) bedeutet. Gemäss den Berechnungen von Baron Béla Harkányi wurde für φ durch Integralrechnung die empirische

Formel CCLXXXV. $\varphi = f - \sqrt{f^2 - gf}$ aufgestellt, die wohl vorteilhafter in der von mir modifizierten Form:

Formel CCLXXXVI. $\varphi = f\left[1 - \sqrt{1 - \frac{g}{f}}\right]$ zu geben ist, und

aus dieser Formel dann für φ der Mittelwert 0,602 erschlossen. Da der Gefrierpunkt einer 1 % NaCl-lösung einen fast identischen Wert aufweist, so wurde angenommen, dass φ den Gefrierpunkt einer 1 % NaCl-lösung bedeutet, und so für verdünnte Lösungen im allgemeinen das Gesetz Blagdens in der folgenden Form ausgesprochen:

also: $\frac{\varDelta}{p}$ = Konst. = φ = molekulare Konzentration einer 1 % NaCl-lösung.

Formel CCLXXXVII. $\frac{\varDelta}{p} = 0{,}602$, Hieraus folgte, dass

$p = \frac{\varDelta}{0{,}602}$ zu setzen war, und da die Beziehung bestand

$a = \frac{p\,x}{100}$, so folgte:

$a_1 = \frac{\varDelta\,x}{60{,}2}$ (eigentlich $a_1 = \frac{\varDelta\,x}{61{,}3}$; v. Korányi wendet abwechselnd den von ihm gefundenen Wert für φ_1 [= 0,602] und den von Dreser bestimmten [φ = 0,613] an). Diese Zahl a_1 wurde alsdann als Kochsalzäquivalent bezeichnet.

Von H. Köppe liegen nun die folgenden Experimentalergebnisse vor, aus denen ich φ in jedem einzelnen Falle berechnet habe:

p	$\varDelta$	φ
3,155	1,894	0,603
1,893	1,135	0,600
1,136	0,687	0,605
0,682	0,424	0,622
0,273	0,117	0,429

Chlornatrium $\varphi_1 = 0{,}60$

M = 58,5.

Die letzten 2 Versuche erscheinen ungenau.

p	$\varDelta$	φ
3,00	1,831	0,610
1,51	0,886	0,587
0,638	0,356	0,558
0,319	0,184	0,557

Methylalkohol $\varphi = 0{,}60$.
M = 32.

p	Δ	φ
10,797	0,670	0,062
5,629	0,337	0,060
3,246	0,200	0,061
1,523	0,091	0,060

Rohrzucker M = 342. $\varphi = 0{,}06.$

p	Δ	φ
6,478	2,018	0,312
2,887	1,219	0,314
1,555	0,493	0,310
0,622	0,209	0,336

Harnstoff M = 60. $\varphi = 0{,}30.$

Die Werte von φ mussten abgerundet werden, da die vorliegenden Untersuchungen mit dem alten Beckmann'schen Apparate ausgeführt waren und an die Bestimmung von p leicht Fehler sich einschleichen. (Unreine Substanz etc.).

Wir ersehen aus den angeführten Beispielen, die wir im Kapitel »φ« ausserordentlich erweitern konnten, dass das Blagden-sche Gesetz nicht die enormen Schwankungen aufweist, die man ihm zuschrieb, wenn man in Konsequenz der obigen Befunde annimmt, dass jede Substanz einen spezifischen Gefrierpunkt aufweist, d. h. wenn für jede chemische Individualität eine für sie charakteristische Konstante φ anerkannt wird, die den Gefrierpunkt einer 1% Lösung der betreffenden Substanz bedeutet.

Eine unmittelbare Folge dieser Betrachtung ist die, dass der Wert des Kochsalzäquivalenten ausserordentlich durch sie herabgedrückt und in Frage gestellt wird. Wir hatten nachgewiesen, dass die Formel:

$$a_1 = \frac{\Delta\, x}{60{,}2}$$

dadurch entstanden war, dass man:

$$a = \frac{p\, x}{100}$$

setzte, und dass somit die Grundformel des Kochsalzäquivalenten die folgende war:

Formel CCLXXXVIII. $p = \frac{\Delta}{0{,}602}$

Setzt man nun p = 1, so wird $\Delta = \varphi$, und es ergiebt sich für die Grundformel der Kochsalzäquivalenz der einseitige Ausdruck:

$\varphi = 0{,}602$, d. h. mit dem Begriffe der Kochsalzäquivalenz ist nicht eine für die untersuchte Substanz charakteristische Eigenschaft verbunden! Weit wichtiger und

für die spezifische chemische Struktur der untersuchten Substanz charakteristisch ist die Zahl φ, die für alle pathologischen Fälle in Harn und Seris nachgewiesen werden sollte. Wir betonen, dass dieses φ in absolut keiner Beziehung zu φ_1 (Gefrierpunkt einer 1% NaCl-lös.) steht, und dass der v. Korányi-sche Befund, nach dem φ des Harns identisch mit φ_1 zu sein scheint, eine zufällige Zahlenübereinstimmung ist, die weiter nichts aussagt, als dass der Harn in manchen Fällen in Bezug auf seine molekulare Konzentration mit derjenigen einer 1% NaCl-lösung annähernd kongruente Werte aufweist.

Spezifischer Dissociationscoefficient.

Unter dem Begriffe des spezifischen Dissociationscoefficienten verstehen wir den für die chemische Qualität einer Lösung charakteristischen Dissociationscoefficienten von 1 gr Substanz in 100 Teilen Wasser. Es ist:

Formel CCLXXXIX. $E = \frac{\Delta . M}{10 p}$. Da nun:

Formel CCXC. $i = \frac{E}{1,85}$ ist, so ergiebt sich:

Formel CCXCI. $i = \frac{\Delta . M}{18,5 p}$. Setzt man in dieser Formel $p = 1$, so ergiebt sich für den spezifischen Dissociationscoefficienten:

Formel CCXCII. $J = \frac{\varphi M}{18,5}$

Nach dieser Formel ergiebt sich für:

Methylalkohol: $M = 32$; $\varphi = 0,60$; $\underline{J = 1,06}$

Rohrzucker: $M = 342$; $\varphi = 0,06$; $\underline{J = 1,11}$

Harnstoff: $M = 60$; $\varphi = 0,30$; $\underline{J = 0,97}$

Chlornatrium: $M = 58,5$; $\varphi = 0,60$; $\underline{J = 1,81}$

Säuren- und Stickstoff-Abscheidung im Harn.

Eine Beziehung zwischen der molekularen Konzentration und dem Chlorgehalte des Harns zum Stickstoff-, Schwefelsäure- oder Phosphorsäuregehalte des Urins ist nach den Untersuchungen von F. Tauszk nicht nachzuweisen.

Bowman-Heidenhainsche Theorie.

Die genannten Autoren haben für die Vorgänge der Harnsekretion die durch alle bekannten osmologischen Thatsachen ge-

stützte Theorie aufgestellt, dass die Harnsalze und das Harnwasser in den Glomerulis der Nieren, die spezifischen Harnbestandteile aber in den Harnkanälchen ausgeschieden werden.

Beckmann-Apparat.

Der von Beckmann angegebene Molekulargewichtsbestimmungs-Apparat oder Gefrierpunktsapparat ist 1888 konstruiert worden. Infolge seiner mannigfaltigen unvermeidlichen Fehlerquellen ist er in neuerer Zeit durch das, vom **technischen Institut Muencke (Berlin, Karlstr. 18a)** angefertigte, präzisere Pektoskop mit Vorteil ersetzt worden. Beckmann giebt an, dass zu kryoskopischen Versuchen der Harn frisch entleert untersucht werden soll, da sonst eine Umwandlung des Harnstoffes in Ammoniumkarbonat erfolgt und durch den Verlust an festen Molekülen ein zu hoher Gefrierpunkt vorgetäuscht werden kann. Nach Heidenhain giebt der Beckmannapparat in der Hand desselben Experimentators für dieselbe Lösung nicht die gleichen Zahlen! (Heidenhain: Pflügers Archiv für Physiologie Band 56; Strauss-Kostkewicz: Therapeutische Monatshefte 1899 Heft II; Untersuchungen von H. Zikel, Waldvogel u. a.)

Coppets Gesetz.

Coppet giebt an, dass Lösungen, die einen gleichen Gefrierpunkt aufweisen, aequimolekular sind, d. h. im gleichen Voluminis die gleiche Anzahl Moleküle gelöster Substanz aufweisen. Die von mehreren hervorragenden Autoren angegebenen Ausnahmen vom Coppetschen Gesetz habe ich bisher nur in besonderen Fällen auffinden können, da selbst die durch Dissociationsprozesse der Elektrolyten bedingte Vermehrung der Anzahl der Moleküle nahezu gesetzmässig parallel den Gefrierpunktsänderungen sich bewegt (cf. osmologische Stöchiometrie).

Überschmelzung.

Unter dem Begriffe der Überschmelzung versteht man das Verharren eines Körpers im niedrigen Aggregatzustande, auch wenn seine Schmelz- bzgl. Erstarrungstemperatur schon überschritten war. Für das Gesammtgebiet der Osmologie ist Überschmelzung mit Unterkühlung und Schmelzpunkt mit Erstarrungspunkt zu identifizieren. Sollte beim Pektoskope die Unterkühlung einen zu niedrigen Grad erreichen, ohne dass eine kristallisierende Erstarrung der Untersuchungsflüssigkeit eintritt, so empfehle ich

statt des Hineinwerfens kleiner Eisstückchen, die zu nicht zu unterschätzenden Versuchsfehlern Anlass geben, den Gebrauch scharfgeschnittener kleiner Platinschnitzel.

Tubuli contorti.

Nach den Versuchsergebnissen neuerer Autoren (insbesonders v. Sobieranski, Archiv f. experim. Path. 1895, Dreser und v. Korányi) sind die tubuli contorti als Eindickungsapparat des Harns zu betrachten.

Der Normalharn.

Unter dem Begriffe Normalharn verstehe ich einen zur osmologischen Untersuchung bestimmten, von Nahrung, Muskelaktion und Tagesschwankungen nach Möglichkeit unbeeinflussten Harn. Diese gestellten Postulate für einen Normalharn, der pathologisch verwertbare Vergleichszahlen ergeben soll, sind nur dann als völlig erfüllt anzusehen, wenn vom Beginn der Harnabscheidung in der Blase an bis zur Entleerung

1. völlige Körperruhe,
2. keine Nahrungszufuhr

durchgesetzt wird und der Harn

3. stets zur gleichen Tagesstunde entleert wird.

Um diese für Kranke scheinbar schwer auszuführenden Bedingungen einer leichten und angenehmen Befolgung zugänglich zu machen, sind die im Folgenden gegebenen Versuchsbedingungen streng zu befolgen:

I. Die Beobachtung des Patienten beginnt abends 7 Uhr. Patient bekommt zu dieser Zeit ein leichtes, möglichst festes Abendbrot ohne Salzzusatz. Pünktlich 9 Uhr nimmt er genau 150 ccm Milch zu sich. Ausser der Milch darf Patient nichts geniessen, auch Wasser ist verboten. Die Milch soll auf einmal genommen werden; alsdann hat sich Patient bis zum nächsten Morgen jeder Wasseraufnahme oder Nahrungszufuhr zu enthalten. Fiebernden dürfen sehr geringe Mengen Eisstückchen gegeben werden. Vor dem Einschlafen soll Patient, wenn irgend möglich, Urin lassen (der nicht verwertbar ist). Am nächsten Morgen darf Patient nicht vor 9 Uhr geweckt werden. Zu dieser Zeit ist Urin zu lassen, und dieser nüchtern entleerte erste Morgenharn hat als Normalharn zu gelten. Wird schon in der Nacht Urin entleert, so ist er von 6 Uhr morgens an (nicht

früher) in ein Mischungsgefäss zu entleeren und bis 9 Uhr zu sammeln. Besteht Anurie, so ist 9 Uhr morgens das Katheter einzubringen, doch kann man ruhig bis 11 Uhr auf die erste spontane Entleerung warten, wenn Patient bis dahin ohne Wasser- und Nahrungsaufnahme bleiben will. Demnach gestaltet sich das Schema des Normalharns:

Abend:
- 7 Uhr: Leichtes, möglichst festes Abendbrot ohne Salz (facultativ)
- ↓
- nüchtern
- ↓
- 9 Uhr: 150 ccm Milch (obligator.)

Morgen:
- ↓
- nüchtern
- ↓
- 9 Uhr: nüchtern Harnentleerung.

Der Normalharn ist demnach als ein unter normalen Aussenbedingungen (Ruhe, Nichtfasten) gebildeter und entleerter Harn zu definieren. Er ist frei von den Einflüssen, die nach dem bisherigen Stande unserer Kenntnisse über die Änderungsbedingungen der molekularen Harnkonzentration, auf seine spezifische Gleichmässigkeit verändernd einwirken könnten. Der geringe Salzgehalt und die geringe Wasserzufuhr durch die Milch wirken wegen der Länge der Zeit (12 Stunden) der Normalharnbildung nahezu unmessbar auf den osmotischen Harndruck ein; übrigens würde diese Änderung alle Harne gleichmässig betreffen, sodass der Wert der Vergleichsfähigkeit des Normalharnes zu diagnostischen Zwecken dadurch nicht vermindert würde. Medikation, starke Schweisse, Rauchen etc. sind während der Beobachtungszeit nach Möglichkeit zu vermeiden. —

Für den Tierversuch bietet das Kaninchen anscheinend den geeignetsten Normalharn dar. Hierbei vereinfacht sich das Schema etwas:

Nachmittag:
- Von 12 Uhr an nüchtern
- ↓
- 2 Uhr Katheter; Blasenexpression; Brotkugeln per os.
- ↓
- nüchtern
- ↓
- 5 Uhr Normalharn.

Die Brotkugeln werden aus 1 gr Schwarzbrot-Innerem + 1 ccm Leitungswasser gerollt (die bereitende Hand darf nicht stark secernieren) und per os eingegeben. Der Normalharn wird gleichfalls durch Katheter und Blasenexpression, wie der nicht verwendungsfähige 2 Uhr-Harn entleert.

Für osmotherapeutische Experimentalprüfungen sind nur die folgenden Thatsachen zu beobachten. Die osmologisch zu prüfende Medikation ist beim Menschen früh 7 Uhr, beim Tier nachm. 2 Uhr per os resp. per injectionem einzuführen. Interessant ist die Thatsache, dass der Normalharn an sich trotz der Milch- resp. Brotzufuhr kein Ansteigen des osmotischen Druckes oder Chlorgehaltes in Blut und Harn aufweist, und es ist anzuempfehlen, diese Thatsachen zunächst ohne Medikation zu prüfen und zu registrieren. Die Käfige der Kaninchen müssen eng, um Bewegungen zu hindern, aber luftig (Gitterkäfige) und mässig hell sein. Der Normalharn weist in seiner Bedeutung analoge Beziehungen zum Ewald'schen Probefrühstück auf. Der Normalharn weist eine für jedes Individuum, bei normalen und pathologischen Fällen, eine längere Zeit andauernde, spezifische Konstante auf. Man erhält im Verlaufe einer Woche täglich fast denselben Befund; eine Abweichung hiervon spricht für einen floriden Verlauf des Krankheitsprozesses. Infolge seiner Konstanz wird der Normalharn zur Begründung einer neuen physikalisch-diätetischen Therapie verwandt werden, indem man an einzelnen Tagen die spezifische Einwirkung der einzelnen Nahrungsmittel auf die molekularen Konzentrationen des Harns (und Blutes) beobachtet und aus osmopathologischen Gesichtspunkten heraus diätische Indikationen, Beschränkungen und Kontraindikationen aufstellt.

Tagesschwankungen des menschlichen Harns.

Nach Fisch und Kovács weist der menschliche Harn bedeutende Tagesschwankungen auf und setzt so den Wert der osmologischen Beobachtungen bis zur Einführung des Normalharns ausserordentlich herab.

Der Gefrierpunkt des Harns weist besonders grosse Schwankungen im Verlaufe des Tages auf. Die Untersuchungen betrafen 4 gesunde männliche Personen:

	7—11	11—3	3—7	7—11	11—3	3—7
I	2,23°	2,36°	2,27°	1,26°	2,22°	2,24°
II	2,20	2,50	2,55	2,30	2,65	2,57
III	1,90	2,08	2,20	2,15	2,05	2,20
IV	1,98	2,02	1,97	2,13	2,22	2,38
	Tag			Nacht		

Tagesschwankungen	Nachtschwankungen	Gesammtschwankungen
2,36°—2,23° = 0,13°	2,24°—1,26° = 0,98°	2,36°—1,26° = 1,10°
2,55°—2,20° = 0,35°	2,65°—2,30° = 0,35°	2,65°—2,20° = 0,45°
2,20°—1,90° = 0,30°	2,20°—2,05° = 0,15°	2,20°—1,90° = 0,30°
2,02°—1,97° = 0,05°	2,38°—2,13° = 0,25°	2,38°—1,97° = 0,41°

Demnach kann der Tagesharn Schwankungen von 0,35°—0,05 = 0,30°, der Nachtharn Schwankungen von 0,98°—0,15° = 0,83°, und der Gesammtharn Schwankungen von 0,98—0,05° = **0,93°** aufweisen!

Die Ursachen dieser enormen Schwankungen des normalen Gefrierpunktes sind nach v. Korányi nicht in der resorbierenden Thätigkeit doer Harnblase zu suchen, da in den vorliegenden Versuchen der Harn in gleichen Zeiten entleert wurde. Ich glaube hinzufügen zu dürfen, dass der verschiedene Füllungszustand der Blase zwar eine ungleiche Resorption ermöglicht, indem weitere Zellgebiete der Harnblase bei stärkerer Füllung in resorbierende Funktion gesetzt werden, aber man muss mit v. Korányi annehmen, dass diese Differenzen der resorbierten Mengen doch hinter andere Ursachen zurücktreten. Unter diesen Ursachen nenne ich

1. Die Schwankungen der Körpertemperatur im Laufe des Tages, insofern als diese auf die Oxydationsvorgänge im Körper einwirkt,
2. Nahrungsaufnahme (besonders Wasser und Salze).
3. Differente Bewegungszustände und Arbeitsleistungen am Tage.

Leider sind in den angeführten interessanten Versuchsergebnissen diese drei wichtigsten Faktoren nicht erwähnt worden. Die Versuche würden vorteilhaft in der Form ausserordentlich exakter Stoffwechselversuche wiederholt werden. Jedenfalls geht schon aus diesen Resultaten der unbestreitbare Wert des Normalharns mit seinen präzisierbaren Beeinflussungen als einziger Weg zur Erzielung von osmologischen Vergleichswerten hervor.

Gewöhnliche Tagesharne sind vollkommen unzuverlässig, da oben nachgewiesen worden ist, dass die durch sie erzielten physiologischen Werte der molekularen Konzentration des Harns um nahezu einen vollen Temperaturgrad schwanken können, während die Thatsache sichergestellt ist, dass die Schwankungen vom normalen zum pathologischen Befunde nur drei bis vier zehntel Grade aufweisen können! (z. B.: $\Delta = 1{,}2^0$ gilt als normal, $\Delta = 0{,}8^0$ meist schon als pathologisch etc.)

Analog verhalten sich die starken Tagesschwankungen der Chlorausscheidung und demnach auch des Quotienten f.

K zeigt im	Tagesharn	Differenzen	von	1,80 % – 0,47 % = 1,33 %
„ „ „	Nachtharn	„	„	1,84 % – 0,73 % = 1,11 %
„ „ „	Gesammtharn	„	„	1,84 % – 0,47 % = 1,37 %
$f = \frac{\Delta}{K}$ „ „	Tagesharn	„	„	5,64 % – 1,25 % = 4,39 %
„ „ „	Nachtharn	„	„	2,92 % – 1,03 % = 1,89 %
„ „ „	Gesammtharn	„	„	5,64 % – 1,03 % = 4,61 %

Stickstoffgehalt der Achloride.

Der Nitrogengehalt der chlorfreien Moleküle ist derart der Veränderung unterworfen, dass bei einer, im Vergleich zum ausscheidbaren Chlornatrium der Nahrung umfangreicheren, Zerstörung des Eiweisses diese dennoch nicht einen so hohen Grad erreicht, als wenn im Vergleich zum Chlornatrium wenig Eiweiss der chemischen Verarbeitung anheimfällt. Es rührt dies daher, dass Chlornatrium den Eiweisszerfall nach Voit und A. von Korányi »vertieft und vermehrt«. Mir scheinen diese Prozesse parallel der gegenseitigen Einwirkung von Eiweiss und Kochsalz auf ihre Diffusionsgeschwindigkeiten im Lösungsmittel einherzugehen. Im allgemeinen hat man den Stoffwechsel osmologisch so aufzufassen, dass er das Nahrungseiweiss zerbröckelt und dessen Zerfallsprodukte als eine grosse Zahl kleiner Moleküle in die Blutbahn einführt. Diese Vermehrung der gelösten Moleküle hebt die osmotische Spannung wieder zur übernormalen Höhe, die durch Se- und Exkretion wieder vermindert wird.

Naunyn's Zuckertabelle.

Naunyn hat eine, für praktische Ärzte wichtige empirische Skala aufgestellt, aus der man annähernde Werte für den Zuckergehalt des Harns in Prozenten einfach aus dem Volumen der

24stündigen Harnmenge und dem spezifischen Gewichte des Harns ersehen kann. Ich habe im Kapitel »Spezifisches Gewicht« dargethan, dass eins der wichtigsten Instrumente des Arztes, besonders für die Landpraxis, das wenig voluminöse, leicht eingekapselt in der Tasche zu tragende Aräometer (Urometer etc.) ist. Die Naunynsche Wahrscheinlichkeitsskala ist die folgende: (Bei Acetongehalt des Harns verliert die Tabelle jeglichen Wert.)

Tägliches Harnvolumen	Spezifisches Gewicht des Harns	Zuckergehalt
1500 ccm	1,030	1—2 %
3000 „	1,025	4—4 %
3000 „	1,030	5 % u. mehr
6-8000 „	1,030	8 % u. mehr

Sauerstoffspannung.

Die Messung der Sauerstoffspannung in den Lungenalveolen ist in den von Loewy im Mai 1892 der physiologischen Gesellschaft (Berlin) vorgelegten Experimentalergebnissen auf das Eingehendste berücksichtigt und scheint einiges Licht auf die im Kapitel »Praktische Fragen aus der Absorptionslehre« dargestellten Verhältnisse werfen zu können. Bei normalem Atmosphärendruck beträgt die Sauerstoffspannung der Lungenalveolen 105—110 mm Hg. Das physiologische Druckminimum im luftverdünnten Raume beträgt dagegen nur 45—50 mm Hg. Die Sauerstoffspannung des Blutes bleibt bis zum Drucke von $^1/_2$ bis $^2/_3$ Atmosphären konstant. Das Hämoglobin des Blutes vermag demnach seinen Bedarf an Sauerstoff einer Atmosphäre zu entnehmen, deren Sauerstoffspannung (Partialdruck) geringer als die Hälfte des normalen Gasdruckes ist. Diese Ergebnisse bieten eine Erklärung dafür, dass man unabhängig von den Schwankungen des atmosphärischen Druckes zu leben vermag. Unter verschiedenen Sauerstoffspannungen sind die Temperatur, der Respirationsmodus und das Allgemeinbefinden von Taube, Katze, Meerschweinchen, Ratte, Hund und Kanarienvogel unbeeinflusst von der O-aufnahme (bis 90 %). Nach den interessanten Mitteilungen von Herter über die Resultate von S. Lukjanow: »Über die O-aufnahme bei erhöhtem Prozentgehalt desselben in der Luft« (Physiol. Gesellsch. Mai 1884; Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 8) gelang es nun, den Sauerstoffbedarf des Organismus zu steigern, wenn man künstlich septisches Fieber erzeugte. Durch Blutentziehungen wurde die Sauerstoffaufnahme verringert. Es spricht

diese wichtige Thatsache dafür, dass durch Blutentziehungen nicht, wie man erwarten sollte, die Funktion der einzelnen Erythrocyten erhöht wird (cf. Funktion), sondern nahezu die gleiche bleibt. Denn wenn vor dem Aderlasse die Funktionsformel

Formel CCXCIII. $\Omega_1 = \frac{S_1}{1440\ P_1\ B_1}$, nach der Entziehung aber

$\Omega_2 = \frac{S_2}{1440\ P_1\ B_2}$ lautet, so ist nach den obigen Erörterungen

$B_2 = B_1$ und
$S_2 = S_1$. Weiterhin ergiebt sich die

Aderlassformel:

Formel CCXCIV. $\underline{|\Omega} = \frac{P_1\ B_1\ S_2}{P_2\ B_2\ S_1}$. Nimmt man an, dass P_2 nahezu gleich P_1 bleibt, da er einige Zeit nach der Entziehung wieder zur Norm zurückzukehren pflegt, so ist: $\underline{|\Omega}$ nahezu $= 1$, d. h. die Funktion der Erythrocyten ändert sich nach Aderlässen kaum merklich (Zikel). Der für die Sauerstofftherapie wichtige Nachweis, dass durch Erhöbung der Spannung des Sauerstoffes der Inspirationsluft ein vermehrter Sauerstoffverbrauch eintreten könne, ist bisher noch nicht mit Sicherheit gelungen.

Nach M. Siegfried (»Über Hämoglobin«, Archiv f. Anat. und Physiol. 1890 Heft 5) findet man bei der Bestimmung des Sauerstoffes im Blute nach der Methode von Schützenberger eine grössere Oxygenmenge, als durch Auspumpen des Blutes erhalten werden kann. Von dem im venösen Blute enthaltenen Sauerstoff ist ein Teil im Pseudohämoglobin gebunden. v. Korányi glaubt in der osmotischen Spannung des Serums eine Indikation zur Sauerstofftherapie erkennen zu können. Ist δ abnorm hoch, und wird bei Sauerstoffdurchströmung des Blutes in vitro wieder normal, so ergiebt sich nach diesem Autor eine Sauerstoff-Indikation solange, bis δ wieder den normalen Wert von $-0{,}56^0$ erreicht. —

Die Ansichten über die Sauerstoffspannung in der Residualluft sind vorläufig einer Entscheidung nicht zugänglich, da die Mengen der Residualluft an sich noch nicht einheitlich übereinstimmend bestimmt worden sind. Nach Grébaut und Spreck beträgt das Volumen der Residualluft 1600 ccm, nach Koch (Pfluegers Methode; Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 7 S. 487) nur 500 ccm.

Harnreaktion.

Die normale Harnreaktion ist nach Liebig infolge des Gehaltes an Mononatriumphosphat meist sauer. Gemischte und Fleisch-Nahrung erhöht die Acidität, Vegetarismus die Alkalescenz des Harnes. Schmiedeberg und Hallervorden haben gezeigt, dass Säureeinfuhr die Harnacidität nicht steigert, während das Trinken alkalischer Mineralwässer seine Alkalescenz erhöht; wie die letzteren wirken Pflanzensäuren (apfelsaure, weinsäure, citronensaure, essigsaure Salze u. a.), da sie im Blute zu Alkalikarbonaten verbrannt werden. Körperarbeit erhöht die Harnacidität. Die amphotere Harnreaktion beruht auf der Anwesenheit von basischem Dinatriumphosphat neben dem normalen Mononatriumphosphat. Nach Löbisch kann der Harn normaler Menschen konstant alkalisch werden.

Spezifische Reduktionserscheinungen der Organgewebe.

Ich finde in dem Berichte von Kossel vor der Berliner physiologischen Gesellschaft (Juni 1892) über eine eigenartige Methodik von Monti, die spezifisch chemische Struktur der einzelnen Organgewebe (cf. Spezifische Struktur) zu bestimmen, ein wichtiges experimentelles Hülfsmittel zur osmologischen Untersuchung der einzelnen Organe. Das Montische Verfahren ist bisher unbeachtet geblieben, ist aber entschieden einer Ausbildung und Verwertung fähig. Diese Methode giebt ein scharfes Bild des Gehaltes der Organgewebe an oxydierenden Substanzen. Monti stellt dieses Verhältnis derart fest, dass er Bromsilber-Gelatine-Trockenplatten und Bromsilber-Gelatine-Papier belichtet, nachdem er sie vorher durch eine Na_2CO_3-lösung alkalisch gemacht und mit einem feinen Schnitte des auf seine Reduktionsfähigkeit zu untersuchenden Organschnittes in Berührung gebracht hat. Die erzielten Resultate sind von hohem osmologischen Interesse. Monti wies nach, dass die schnellste und stärkste Reduktion nach einer Berührung von 10 Minuten die Nebennieren ergaben, nach 5 Stunden folgten dann Milz und Darm, später die Nierenrinde, Thymus, Leber, Hoden und das Gehirn (10 Stunden). Keine Reduktion wurde durch Blut, Lungengewebe, Muskel- und Fettgewebe erzielt. Inwieweit die optischen Verhältnisse bei diesen Reduktionen die alleinige Rolle übernehmen (was den Wert der Montischen Methode negieren würde) oder die Organgewebe mit spezifischer Wirk-

samkeit eingreifen, wie der Autor es betont, wird Aufgabe der weiteren Forschung sein.

Relativer Kochsalzgehalt.

Unter dem Begriffe des relativen Kochsalzgehaltes versteht v. Koranyi den Quotienten f, d. h. das Verhältnis aller gelöster Moleküle zu den Chlornatriummolekülen. Der relative Kochsalzgehalt des Harns steigt und sinkt im Verhältnis des relativen Kochsalzgehaltes des Blutes. Bei normaler Harnstromgeschwindigkeit ist der relative Gehalt an Kochsalz und den anderen Solubilien nahezu konstant.

Hämoglobin.

Die auf Grund der Worm-Müllerschen Versuche eine Zeitlang dominierende Anschauung, dass der Partialdruck des Sauerstoffes ohne Einfluss auf seine Bindung durch Hämoglobin sei, ist von Zuntz, Kempner (Archiv. f. Physiol. v. Du Bois-Reymond: »Neue Versuche über d. Einfl. d. O-gehaltes der Einatm.-Luft auf den Ablauf der Oxydationsprozesse im tierischen Organism.«), Bert, Fränkel, Geppert u. a. so erfolgreich bestritten worden, dass die neuere Anschauung sich den Argumenten dieser Autoren zuzuneigen beginnt. Nach Kempner ist trotz der chemischen Vorgänge bei der Bindung des Sauerstoffes durch Hämoglobin die weitere Oxygenaufnahme abhängig vom Partialdrucke des Gases, sobald die Sauerstoffspannung im Blute unter diejenige der atmosphärischen Luft herabgeht.

Pulsaufzeichnungen.

Sphygmographieen erscheinen für die osmologischen Funktionsdarstellungen und insbesonders für osmotherapeutische Medikationsprüfungen von nicht zu unterschätzendem Werte. In der That vermochte ich in Gemeinschaft mit E. Rogovin bei Untersuchungen über Sauerstofftherapie gewisse gesetzmässige Einwirkungen des Oxygens auf bestimmte pathologische Zustände aus den Pulskurven heraus zu erkennen, deren Veröffentlichung im Abschnitte »Sauerstofftherapie« gegeben ist.

Nach M. v. Frey und L. Krehl (Unters. üb. d. Puls, aus d. physiol. Inst. z. Leipzig; Archiv f. Physiol. u. Anat. 1890 Heft I) lässt sich die Unsicherheit der Kurvenform und Deutung derselben beheben, wenn das Aufschreiben der Blutdruckänderungen an 2 differenten Punkten durch Pelottenübertragnng gleichzeitig

erfolgt. Auf diese Weise lässt sich entscheiden, ob eine Wellenbewegung in der einen oder anderen Richtung fortschreitet. In gleicher Weise kann man durch diese Methode der Sphygmographie erkennen, ob eine Drucksteigerung lokal erzeugt oder fortgepflanzt ist.

Eiweisskörper im Harn.

Bei Albuminurie sind Serumalbumin, -globulin, Albumosen, Peptone, Hämoglobin, Mucin und Fibrin u. a. nachzuweisen. Nach Goldberg beträgt bei einer Eiterbeimischung der Quotient $q = \frac{e}{z} = 1 : 50000$, (wenn e — Eiweiss, berechnet auf 1‰, z = Zahl der Eiterkörperchen in 1 cmm. Albu schreibt hohen fortgesetzten Körperanstrengungen eine dauernde Nierenschädigung zu. (Bestritten von J. Müller). Nach Senator, Pentzold und Spiegler enthält auch der normale Harn minimale Spuren Eiweiss. Bouchard konstatierte Albuminurie nach Hautreizen, elektrischer Reizung (cf. Elektrothermie), Einreibungen mit Chloroform, Terpentinöl, bei Dyspepsie, Adipositas, Unterernährung. Hungston Fox stellte unter 282 beliebig gewählten Menschen 86 Fälle mit Albuminurie fest. Nach meiner Ansicht bedingt die Verbreitung gonorrhoischer Infektionen einen derartig hohen Prozentsatz.

XXXVI. KAPITEL.

Die Plasmolyse Pringsheim.

Unter der von Pringsheim angegebenen Plasmolyse versteht man eine Methode zur Bestimmung der osmotischen Spannung verschiedener Lösungen im Vergleich zu der des Protoplasmas. Wird eine Zelle in eine Substanzlösung gebracht, deren Konzentration grösser ist, als diejenige Konzentration, die dem osmotischen Drucke des Protoplasmas entspricht, so entstehen zwischen dem Protoplasma und der Zellwand Lücken (Plasmolysis), indem das Protoplasma zusammenschrumpft, die Zellwand aber ihre Form behält. Diejenige konzentrierteste Lösung, die in einer Zelle noch eben keine Plasmolysis zu erzeugen vermag, ist mit dem Inhalt der »Vergleichszelle« im osmotischen Gleichgewichte. Durch die Methode der Plasmolyse hat de Vries den Nachweis für die folgenden Thatsachen erbringen können.

1. Der osmotische Druck verschiedener Lösungen verhält sich

proportional ihrer molekularen Konzentration. Es ist nämlich

Formel CCXCV. $\frac{O_1}{O_2} = \frac{\Delta_1}{\Delta_2}$.

Aus diesem Gesetze vermochte ich die folgenden erweiternden Konsequenzen für sämmtliche Flüssigkeiten im Organismus (Blut, Serum, Harn, Exsudate etc.) zu ziehen: Nach Blagden gilt für verdünnte Lösungen die Beziehung $\Delta = p\varphi$, demnach verhält sich:

Formel CCXCVI. $\frac{O_1}{O_2} = \frac{p_1 \varphi_1}{p_2 \varphi_2}$ **(Erstes plasmolytisches Gesetz)**

Ferner gilt für alle Substanzen (nicht nach der allgemeinen Annahme nur für Elektrolyten; der spezifische Dissociationscoefficient J ist niemals gleich 1; dies gilt besonders auch für organische Verbindungen: Harnstoff u. a.) die Gleichung:

$\varphi = \frac{18{,}5\ J}{M}$, (Koeppe, physikal. Chem. S. 16)

$O_1 =$, $O_2 =$ osmotischer Druck zweier Substanzlösungen
$p_1 =$, $p_2 =$ prozentuale Konzentration der Substanzen in ihren Lösungen
Δ_1, $\Delta_2 =$ molekulare Konzentrationen der Lösungen
$\varphi_1 =$, $\varphi_2 =$ spezifische Gefrierpunkte beider Lösungen (1 %)
$J_1 =$, $J_2 =$ spezifische Dissociationscoefficienten der gelösten Substanzen
$M_1 =$, $M_2 =$ Molekulargewichte der beiden Substanzen

Aus diesen Erwägungen heraus lässt sich die Beziehung folgern:

Formel CCXCVII. $\frac{O_1}{O_2} = \frac{p_1 M_2 J_1}{p_2 M_1 J_2}$. (Die Temperatur im Organismus ist eine in geringen Grenzen schwankende, bedarf also nicht eine Berücksichtigung). und:

Formel CCXCVIII. $\frac{O_1}{O_2} = \frac{\Delta_1 \varphi_2 M_2 J_1}{\Delta_2 \varphi_1 M_1 J_2}$. Ferner ergiebt sich aus den obigen Gleichungen:

Formel CCXCIX. $\frac{M_1}{M_2} = \frac{\varphi_2 J_1}{\varphi_1 J_2}$. **(Zweites plasmolytisches Gesetz).**

Die Bedeutung dieser beiden plasmolytischen Gesetze ist in der osmologischen Cellularpathologie im ersten Teil der vor-

liegenden Schrift gewürdigt worden. Diese Beziehungen kommen namentlich bei plasmolytischen Experimentalbestimmungen zur Anwendung und sind deshalb als plasmolytische Gesetze bezeichnet worden. Weiterhin hat de Vries bewiesen:

2. Äquimolekulare Lösungen (d. s. Lösungen, die in gleichen Voluminis die gleiche Anzahl Moleküle enthalten) ähnlicher Stoffe sind isoton.

Sauerstoff-Therapie.

Nach Alexander v. Korányi ist der Sauerstoff-Inhalation die folgende osmotherapeutische Wirkung, insbesonders bei Herzkrankheiten, zuzuschreiben.

1. Bei Cyanose tritt eine Zunahme der Sauerstoffeinnahme ein
2. „ „ „ „ Beschleunigung des Stoffwechsels „
3. „ „ „ „ „ der Gewebssaft-Zirkulation ein

Dadurch vermag der Sauerstoff

4. die abnorm hohe osmotische Spannung herabzusetzen und
5. vermindert den abnorm hohen relativen Gehalt des Blutes an Erythrocyten
6. steigert den gesunkenen Chlornatriumgehalt des Blutes
7. „ die molekulare Diurese
8. „ „ Harnwasser-Exkretion
9. wirkt cumulativ.

Die von E. Rogovin und mir aufgestellten Versuchsreihen über Sauerstofftherapie sprechen dem Sauerstoff eine geradezu spezifische Wirkung gegen dyspnoische und cyanotische Zustände zu, wenn zugleich die Herzmuskelfunktionsänderung durch Herzmittel oder eine vernunftgemässe physikalische Therapie behoben werden kann; indessen ergeben sich nicht selten Kontraindikationen gegen die bei bestimmten Anzeigen höchst wirkungsvolle Sauerstofftherapie, selbst bei den oben erwähnten Zuständen. Wir werden auf diesen wichtigen Gegenstand bei unseren späteren Veröffentlichungen in ausführlicher Erörterung zurückkommen.

Ich habe aus den, in Gemeinschaft mit E. Rogovin in der Königl. Charité angestellten sphygmographischen Untersuchungen den sicheren Schluss entnehmen können, dass die Sauerstoff-Therapie in einer ganz bestimmten, nahezu stereotyp wiederkehrenden Gesetzmässigkeit sowohl auf den gesunden, als auch auf den kranken Organismus einwirkt. Demnach lassen sich aus dem

Sphygmogramme bei korrekter Ausführung der Versuche in den weitaus meisten Fällen deutlich 4 Stadien der Einwirkung des Sauerstoffes erkennen.

Zunächst wurde vor der Inhalation eine Pulskurve aufgezeichnet. Während der Apparat arbeitete, wurde alsdann die Inhalation begonnen. Sofort änderte sich die Kurve.

I. Stadium der Sauerstoff-Einwirkung: Die Kurve wird bei den ersten inhalierenden Athemzügen etwas steiler und weist bedeutend höhere Schwingungen auf. Die Rückstosselevation tritt deutlicher hervor. Bei arythmischem Herzschlage bleibt derselbe arythmisch. Die Gipfel der Kurve beginnen eine runde Form anzunehmen. Nach der Inhalation von 20 l verdichteten Sauerstoffes wurde die Maske abgenommen; der Sphygmograph arbeitete bei unveränderter Lage des Patienten weiter. Bei der Abnahme der Maske, d. h. bei der Unterbrechung der Inhalation, setzt sofort eine Änderung der Kurve ein:

II. Stadium: Die Gipfel der Kurve sind rund. Die Höhe der Ausschläge des Zeichners erreicht ihr Maximum. Die absteigenden Schenkel sind deutlich verlängert und weisen eine erkennbare, aber nicht so scharf wie im ersten Stadium abgegrenzte Rückstosselevation auf. Nach kurzer Zeit tritt mit allmählichem, aber bestimmbarem Übergange eine neue Formänderung ein:

III. Stadium: Höhe und Länge der Ausschläge sind etwas verringert, übersteigen aber noch die vor der Inhalation beobachteten Dimensionen. Die Gipfel haben das Maxinum der Abrundung erreicht. Die Rückstosselevation wird undeutlicher, flacher. Bei Arythmia cordis, die im ersten Stadium noch typisch erkennbar ist, zeigt sich im zweiten, sehr deutlich aber im dritten Stadium eine annähernd normale Rhytmik des Herzschlages, die sich zunächst immer regelmässiger zu gestalten scheint. Etwa 5 bis 10 Minuten nach vollendeter Inhalation erfolgt die letzte Änderung der Kurve:

IV. Stadium: Die Gipfel verlieren mehr und mehr die Rundung, übertreffen in dieser Hinsicht aber noch den Befund vor der Inhalation. Die Länge der Ausschläge ist um ein Geringes gegen die Norm vergrössert, die Höhe verringert. Die absteigenden Kurvenschenkel sind flacher als in sämmtlichen vorangehenden Stadien. Die Arythmie kehrt wieder. Dieses Stadium geht unmerklich, in der Regel nach höchstens 10 bis 15 Minuten nach vollendeter Inhalation in die, vor der Inhalation erhaltene Kurven-

form über. Besonders typisch haben sich diese vier Stadien bei der Untersuchung meines Pulses bei Sauerstoff-Inhalation, sowie bei den folgenden klinischen Fällen erwiesen:

Fall	Name	Diagnose	Alter
1	Frau Kschnk.	Asthma	66 Jahre
2	Frl. Thlkr.	Aorteninsuff. Arythm. cord.	28 „
3	Frau Hmu.	Asthma, Adipositas	65 „
4	Frau Dmnk.	Pneumon. chron. (Myocardit.)?	56 „
5	Frau Gldner.	Emphysem, chron. Cyanose	38 „
6	Frau Lndnr.	Asthma, Adipositas	49 „

Aus unseren Untersuchungen lässt sich nach dem Voranstehenden die Schlussfolgerung ableiten, dass die Inhalation verdichteten Sauerstoffes sowohl auf die Funktion des Herzmuskels, als auch auf den Blutdruck erhöhend einwirkt. Da diese Einwirkung nur im Maximum $^1/_4$ Stunde andauert, so ist anzuempfehlen, entweder die vorübergehende Sauerstoffwirkung durch Cardiaca zu unterstützen, oder durch methodische Inhalations-Kuren die Kumulativwirkung des Sauerstoffes zu benutzen und so gewissermassen eine Herzgymnastik anzustreben.

Osmotische Arbeitsleistung normaler Nieren.

Die Berechnungen von Dreser haben gelehrt, dass die osmotische Arbeitsleistung der Nieren:

$$\text{Formel CCC.} \quad A = a \frac{(\Delta - 0{,}69)}{0{,}3}$$

zu setzen ist. Ich habe in der Funktionslehre nachgewiesen, dass diese Berechnung relative Vergleichswerte ergiebt, die mit Vorteil für pathologische Fälle durch Funktionsänderungen ersetzt werden. Diagnostischen Wert kann man diesen Arbeitsberechnungen nicht zusprechen.

Molekulare Konzentration des Speichels, des Schweisses und der Faeces.

Man hat in neuester Zeit die osmologischen Veränderungen der molekularen Konzentration des Blutes bei gewissen pathologischen Zuständen durch die therapeutische Restitution der normalen physikalischen Verhältnisse zu behandeln versucht. Durch die Anregung der Schweisssekretion, wie sie v. Leube in der Sitzung der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg (Juli 1899) bei Nephritiden empfahl, vermag man nach den Untersuchungsreihen von Strauss in geeigneten Fällen eine krankhafte

Bluthyperosmose wirksam herabzusetzen, indem besonders bei Nephritikern der Schweiss reich an gelösten Molekülen zu sein scheint. Die untersuchten Fälle stellt die folgende Tabelle zusammen (Fortschritte d. Med. XIX, 29):

Fall	Diagnose	Δs	Ks	fs
1	Nephrit. chron.	0,41	—	—
2	„ „	0,54	0,43	1,26
3	„ „	0,23	0,16	1,44
4	„ „	0,56	0,51	1,10
5	„ „	0,53	0,42	1,26
6	Muskelrheum. chron.	0,38	—	—
7	„ „	0,37	—	—
8	Gelenkrheum. chron.	0,51	—	—
9	„ „	0,52	—	—
10	„ „	0,57	—	—
11	„ „	0,64	—	—
12	Anämie	0,25	0,33	0,76
13	„	0,38	—	—
14	„	0,13	0,14	0,93
15	Neurit. alcoholica	0,37	—	—
16	„ „	0,24	0,12	2,00
17	„ „	0,21	0,22	0,95
18	„ „	0,22	0,09	2,44
19	„ „	0,22	0,19	1,16
20	Gonorrhoe	0,38	—	—
21	Lumbago	0,46	0,44	1,05

Der Gefrierpunkt des Speichels beträgt nach Strauss-Cohn (bestätigt von Labrazès und Matthis): —0,07°—0,34°, im Mittel etwa —0,2°. Diese Untersuchungen bedürfen der Bestätigung, da kryoskopische Untersuchungen von Schweiss und Speichel bisher nur nach arteficieller Reizung der betreffenden Drüsen möglich waren und nach meiner Ansicht derartige Befunde mit Sicherheit von den kryoskopischen Versuchsergebnissen der nicht gereizten, normalen Drüsensekrete Abweichungen ergeben. Der Gefrierpunkt der Faeces zeigt Werte bis —1,11°. Der Gefrierpunkt des Speichels weist starke Schwankungen auf, liegt jedoch normal oberhalb des Wertes —0,39°. Speichel, Schweiss und Faeces zeigen demnach in der Regel eine relative Hyposmose gegenüber dem Blute.

Kapillarität.

Unter dem Begriffe der Kapillarität versteht man das, den hydrostatischen Gesetzen widersprechende Aufsteigen der

Flüssigkeiten in enge Räume. Nach Jurin verhalten sich die Höhenunterschiede eines freien und eines kapillaren Niveaus umgekehrt proportional dem Durchmesser der Kapillarröhre. Die Dicke der Röhrenwand ist bei der Erscheinung der Kapillarität ohne Einfluss auf diese. (Hawksbee). Nach Youngs Theorie ist die Kapillarität eine Folge der Oberflächenspannung. Nach der Maxwellschen Wärmetheorie ist die Konstante γ der Oberflächenspannung diejenige Kraft, welche auf eine Linie von 1 cm durch die Oberfläche ausgeübt wird. Die Herstellung einer Oberfläche von bestimmter Grösse ist dann der folgenden Arbeit äquivalent

Formel CCCI. $A = q \cdot \gamma$, wenn

q = Oberfläche in qcm-Einheiten
γ = Intensität der Oberflächenspannung.

Man hat streng die Unterscheidung zu treffen, ob die aufsteigende Flüssigkeit die Kapillarwände benetzt oder nicht; im ersteren Falle spricht man von einer »starren Wand«. Hat die kapillare Röhrenform den Querschnittradius ϱ, so ist

Formel CCCII. $A = 2 \varrho \pi \gamma$.

Bezeichnet h die Steighöhe der Flüssigkeit
s das spezifische Gewicht der Flüssigkeit, so ist

Formel CCCIII. $h = \frac{2\gamma}{\varrho s}$, d. h. die Steighöhe ist indirekt proportional dem Röhrenradius (Jurin) und dem spezifischen Gewichte der Flüssigkeit. Man nennt γ die Kapillaritätskonstante:

Formel CCCIV. $\gamma = \frac{h \varrho s}{2}$

γ ist nahezu proportional der Temperatur (es nimmt schneller ab als das spezifische Gewicht):

Formel CCCV. $h = 15,332 - 0,02864\, t$ (Brunner), wenn

h = Kapillarhöhe
t = Temperatur.

Nach Wilhelmy und Mendeljew haben isomere analoge Verbindungen gleiche Kapillaritätskoeffizienten. Bulginski (Pegg. 134, 440; 1868.) stellte die folgende Formel für Lösungen auf

Formel CCCVI. $\gamma_1 = \gamma\, [w + k(1 - w)]$, wenn

γ_1 = Kapillaritätskonstante einer Lösung
γ = „ von H_2O
w = Wassergehalt, also } der Lösung
1 — w = Salzgehalt }
k = spezifische Konstante des Salzes
k für Salpeter = 1,1628
Salmiak = 1,3895 etc.

Valson berechnete das Produkt aus Kapillarhöhe und spezifischem Gewichte der Lösungen nahezu konstant, also

Formel CCCVII. $h \cdot s = \text{Konst.}$

Buligin zeigte, dass γ proportional p wächst. Für Chloride gilt die

Formel: CCCVIII. $\gamma = 7{,}35 + 0{,}1783\ y$. Demnach ist bei verschiedenen Konzentrationen für

Chloride	y	γ
NH_4Cl	2,251	7,643
$NaCl$	4,633	8,083
KCl	3,306	7,848
$CaCl_2$	4.573	8,322

Das Ergebnis Quinckes, dass die Oberflächenspannung proportional dem Salzgehalte wächst, wurde von Volkmann bestätigt.

Für Salzlösungen mag die Poissonsche Gesetzmässigkeit gelten:

$$\gamma = v_1^2\,\gamma_1 + 2\,v_1\,v_2\,\gamma_{12} + v_2^2\,\gamma_2, \text{ wenn}$$

γ = die Oberflächenspannung des Gemenges von Salz und Wasser
γ_1 = } die Gemengteile
γ_2 = }
γ^1_2 = das Mass der Anziehung zwischen Salz und Wasser
v_1 = } Volumina beider
v_2 = }

γ^1_2 ist für:

$BaCl_2$	=	10,6
$CaCl_2$	=	10,7
KCl	=	9,6
$NaCl$	=	10,4
K_2CO_3	=	9,5
Na_2CO_3	=	10,1
K_2SO_4	=	10,6
Na_2SO_4	=	10,2
KNO_3	=	8,6
$NaNO_3$	=	9,0

Osmotische Spannkraft des Blutserums.

Nach den Berechnungen von Hamburger ist die osmotische Spannkraft des normalen Blutserums gleich derjenigen einer 0,91 % NaCl-lösung, deren Gefrierpunkt — 0,56° ist. Die osmotische Spannung des Blutes und der Gewebsflüssigkeiten bleibt konstant durch

1. die Thätigkeit der Nieren und Drüsen,
2. „ „ des Darmes,
3. den Stoffwechsel;

in geringerem Grade:

4. durch die Lungen,
5. die Haut,
6. die Blutkörperchen (regulatorische Einrichtungen;

v. Korányi u. a.). Wir haben anderen Ortes diese Mitteilungen ergänzt. Ein Steigen der osmotischen Spannung des Blutes ist das allerempfindlichste Zeichen einer herabgesetzten Nierenthätigkeit. Den Schwankungen des osmotischen Druckes gegenüber sind die Blutkörperchen sehr empfindlich. Nimmt die Nierenthätigkeit ab, so wird ihre Arbeit auf diejenigen Zellen übertragen, die das Eiweiss verarbeiten. Die Leistungsfähigkeit dieser Zellen ist naturgemäss eine begrenzte und ist an einen nahezu konstanten, wenigstens zwischen festen Grenzen schwankenden osmotischen Druck gebunden. Tritt ein Maximum der osmotischen Spannung des Blutserums ein, so hört die eiweisszerstörende Thätigkeit der betreffenden Zellen auf, und das Eiweiss wird ungespalten abgeschieden. (v. Korányis Theorie der Albuminurie.)

Bei chronischen Nierenkrankheiten steigt die osmotische Spannung des Blutes selten über den Wert von $\delta = -0{,}69^{0}$ hinaus, in einem einzigen Falle sah der citierte Autor den Gefrierpunkt des Blutes auf 1,04° herabsinken.

Die Osmose zwischen Blut und Lymphe, den Muttersubstanzen des Harns, und der Harnflüssigkeit findet durch die sie trennenden Wände statt:

1. Kapillaren-Membran,
2. Bowmansche Membran,
3. Epithel der tubuli contorti der Nieren.

Nach Dreser haben die Nieren die Aufgabe, den osmotischen Druck des Blutes herabzusetzen: es ergiebt sich hieraus die Folgerung, dass $\Delta > \delta$ ist. Bei Nierenerkrankungen nähert sich

Δ dem Werte von δ, da die Fähigkeit der Nieren, die osmotische Spannung des Blutes herabzusetzen, infolge ihrer Kraftverminderung gesunken ist.

Kachexie.

Wir sind gewohnt, als klinische Definition des Begriffes Kachexie nach dem Vorgange Samuels eine **Säfteveränderung** des Organismus zu verstehen, die mit pathologischen Funktionsänderungen der lebenswichtigen Organe und kollabiertem Aussehen des Patienten einhergeht. Die Beobachtung hat gelehrt, dass weder Infektionskrankheiten noch die anderen wichtigeren Krankheitsgruppen eine konsequente Kachexie mit absoluter Sicherheit prognostisch ausschliessen lassen, sodass wir gezwungen sind, die Lehre von der Kachexie als das wichtigste Kapitel der gesammten Pathologie aufzufassen.

In der That hat man in neuester Zeit speziell die kachektischen Symptome dem sorgfältigen Studium und der erneuten Debatte unterworfen, und der Sturz der humoralpathologischen Schule mit ihrer Lehre von den chronischen Dyskrasieen, der durch Virchows solidarpathologische Arbeiten siegreich erzwungen worden war, bezeichnet die Epoche, in der man begann, die häufigen Begleitsymptome der Kachexie, Dekubitus, Oedeme, Akne, Furunkulosis u. a. auf eine lokale relative Hyposmose der affizierten Gewebe, auf eine Unterernährung des Organismus an funktionstüchtigen Substanzmolekülen zurückzuführen. Die physiologischen und pathologischen Untersuchungsreihen von Garrod und Immermann haben ergeben, dass die Skorbutkachexie aller Wahrscheinlichkeit nach auf einer universellen Sauerstoff-Hyposmose des Blutes und insbesonders auf der lokalen partiellen Hyposmose der Gewebe an Kaliumverbindungen beruht. Analog beruht die Cachexia alcalina auf einer Hyperosmose des Blutes an gewissen Basen und der auf Grund der pathologisch erhöhten Alkalescenz gesteigerten Oxydationswirkung des Blutsauerstoffes. Offenbar lässt die theoretische Osmologie auch den Schluss zu, dass die cachexia post exstirpationem strumae ant gland. thyreoideae in einer Hyposmose des Blutes an spezifischen Substanzmolekülen ihre Begründung möglicherweise findet, und diese meine Ansicht hat gerade in den letzten Wochen an experimentellen Belegen gewonnen.

Mit dieser fortschreitenden osmologischen Erkenntnis des Wesens der Kachexie wird naturgemäss vornehmlich die **Therapie**

ein wirkungsvolles Mittel zur Bekämpfung der kachektischen Symptome und Ätiologie in die Hand bekommen.

Augenblicklich besitzen wir in dem gssammten pharmakologischen Arzneischatze kaum ein Mittel, das die therapeutische Bekämpfung der Kachexie an sich anstrebt. Denn es leuchtet ohne weiteres ein, dass man den Excitantien niemals ihre Wichtigkeit, wohl aber ihren Wert als kausale Therapeutika abzuleugnen vermag, und dass die erzielte Korrektion der pathologischen Funktionsänderungen eines Organes im wesentlichen mehr bei vitalen Indikationen als zur wirksamen Bekämpfung einer chronischen Kachexie im Betracht kommen darf.

Hervorragendes auf diesem Gebiete hat bisher nur die von unserem verehrten Jubilar, von Leyden, vervollständigte und wissenschaftlich begründete physikalische und diätetische Therapie geleistet. Leider aber vermögen wir in den weitaus meisten Fällen die Segnungen dieser wohlbegründeten Methoden nur in sehr beschränktem Masse zu Teil werden lassen, da die klinischen Erfahrungen zeigen, dass man einem marastischen Patienten, dessen drohenden Kollaps täglich abzuwenden der Arzt als seine vornehmste Aufgabe betrachten muss, weder Gymnastik noch elektrische Vibrationsmassagen, weder hydropathische Kuren noch strenge Diät in weiterem Umfange zumuten darf.

Aus diesen Gründen heraus habe ich ein Präparat, namens Cachecton, dem Studium unterzogen, das mir mit dem Ersuchen um pharmakologische Prüfung desselben zugesandt worden war, da es durch seine oxydationsanregende Wirkung ein gutes Therapeutikum gegen kachektische Symptome zu werden versprach. Nach den Experimentalbefunden erzeugt das reine Mittel eine Chlornatriumausscheidung der Erythrocyten und eine relative Bluthyposmose, während das kombinierte Nährpräparat eine wirkungsvolle Hyperosmose des Kaninchenblutes zu erzeugen vermag. Diese Thatsachen sprechen demnach für eine nicht zu unterschätzende Zukunft dieses Mittels, sobald seine präzise Indikationsstellung, und pharmakologische Dosierung erfolgt sein wird. Jedenfalls ist das vorliegende Präparat, über das ich weiterhin nach eingehenderen Versuchen zu berichten gedenke, dem Interesse der Kliniker anzuempfehlen.

Die Osmose.

Unter dem Begriffe des osmotischen Prozesses versteht man den Austausch der Solubilien zweier, durch eine Membran

getrennter, Flüssigkeiten (Dutrochet 1827). Säuren diffundieren fast doppelt so schnell durch Membranen als neutrale Salze. Diese von Graham entdeckte Thatsache bestätigt sich in vielen, nicht allen, Fällen. Die Mengen diffundierter Substanz und, wie ich im Kapitel »Diffusionsgeschwindigkeit« nachzuweisen vermochte, auch die Diffusionsgeschwindigkeiten sind proportional den ursprünglichen Konzentrationen der verschiedenen Flüssigkeiten. A u c h d i e T e m p e r a t u r i s t h i e r b e i v o n h o h e m E i n f l u s s. Leider habe ich diesen Einfluss nicht rechnerisch bestimmen können, da diese Untersuchung den schwierigsten Aufgaben der gesammten allgemeinchemischen Stöchiometrie zuzurechnen ist. Man bedenke, dass ich nur die bisher unbekannten Formeln über die r e l a t i v e n B e z i e h u n g e n der Diffusionsgeschwindigkeiten unter einander bei nahezu gleicher Temperatur im Kapitel »Diffusionsgeschwindigkeit« aufgestellt habe, dass also in jeder Formel $t_1 : t_2$ hinzuzudenken ist, wobei t_1 nahezu $= t_2$ angenommen und beide Faktoren ausser Rechnung gelassen sind. — Grahams Versuche zeigen, dass die in gleichen Zeiten diffundierenden Mengen chemisch ähnlicher Salze ($KCl : (NH_4)Cl$, $KNO_3 : (NH_4)NO_3$ etc.) sich nahezu gleich sind, und dass Sulfate, Carbonate etc. derselben Basen sich in dieser Beziehung ähneln, aber von den ersteren Salzen Abweichungen zeigen. Wir möchten übrigens bemerken, dass die in Ostwalds Lehrbuch der allgemeinen Chemie gegebene »Diffusionskonstante« k nicht mit der von uns gegebenen Diffusionsgeschwindigkeit vollständig identisch ist. Die Ficksche Theorie ergiebt die Beziehung für die Beilsteinsche Versuchsanordnung:

Formel CCCIX. $\frac{dp}{dz} = - k \cdot p \cdot \text{Konst.}$, wenn

| p = Konzentration des U-rohres
| k = Diffusionskonstante
| Konst. = Konstante, die von der Form des Gefässes und des Querschnitts abhängt.
| z = Zeit der Diffusion

welche nur theoretischen Wert aufweist. Das Experiment zur Prüfung des Diffusionsgesetzes, das von Beilstein unter der Leitung Jollys angestellt wurde, verdient Erwähnung.

Die vereinfachte Formel des Diffusionsgesetzes lautet nach der Integration derselben:

Formel CCCX. $\rceil\!\underline{|p_1} - \rceil\!\underline{|p_2} = k \cdot z \cdot \text{Konst.}$,

wenn

$\begin{cases} p_1 \text{ die ursprüngliche Konzentration von B ist und} \\ p_2 \text{ die Konzentration nach der Diffusion (cf. o.).} \end{cases}$

Am brauchbarsten erscheint die

Formel CCCXI nach Weber: k 0,1187 (1 + 0,0557 t).

Mit steigender Konzentration nimmt die Diffusionskonstante um einen geringen Teil ab.

Praktischer als im Beilsteinschen Versuche lässt sich k aus dem Longschen Versuche direkt bestimmen:

Die Fläche C betrug bei diesen Versuchen: $9 = \left(\frac{1,45}{2}\right)^2 \pi$ qcm.

Es ergab sich, dass die Diffusion nahezu proportional der Konzentration erfolgte. Die Resultate Longs sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt und mit denen aus Grahams Versuchen berechneten verglichen:

Autoren ↓	Salze →	KCl	NaCl	NH_4Cl	$CaCl_2$	$MgCl_2$
Long		0,0599	0,0351	0,0369	0,0476	0,0373
Graham		0,0638	0,0373	0,0378	0,0547	0,0444
	Differenz	— 0,0039	— 0,0022	— 0,0011	— 0,0071	— 0,0071

KNO_3	$(NH_4)NO_3$	$NaNO_3$	KBr	NaBr	KJ	NaJ
0,0614	0,0544	0,0446	0,0965	0,0525	0,1364	0,1008
0,0715	0,0596	0,0531	0,1037	0,0642	0,1416	0,0959
— 0,0101	— 0,0052	— 0,0085	— 0,0072	— 0,0120	— 0,0052	+ 0,0049

Auffällig ist hierbei, dass mit Ausnahme des Natriumjodids die Grahamschen Versuche höhere Werte berechnen lassen, als die Longschen Resultate aufweisen. Relativ nicht geringe Differenzen weisen KNO_3 und NaBr auf. Long hat aus diesen Versuchen heraus mittelst Division dieser Werte durch das Molekulargewicht berechnet, wieviel Molekeln unter gleichen Bedingungen diffundieren. (Wichtig für die osmologische Stöchiometrie!)

	Chlorid	Bromid	Jodid	Nitrat	Sulfat
Kalium	803	811	823	607	—
Natrium	600	509	680	512	678
Ammonium	689	629	672	524	724
Calcium	429	—	—	—	—
Magnesium	392	—	—	—	348
Cobalt	306	—	—	—	—
Nickel	304	—	—	—	—
Kupfer	—	—	—	—	316

Da die osmotischen Vorgänge im Organismus nur Salzgemische betreffen, so sind die in der Litteratur bekannt gewordenen Untersuchungen über die Diffusion und Osmose von Salzgemengen der Beachtung wert. Nach Graham diffundieren Substanzgemengen nahezu mit ihrer spezifischen Diffusionsgeschwindigkeit, also ohne gegenseitigen Einfluss. Nach Marignac (A. ch. ph. (5) 2; 1874) ist indessen die Geschwindigkeit des schneller diffundierenden Salzes in der Substanzgemenge-Lösung erhöht, hingegen diejenige der Salze von geringerer spezifischer Diffusionsgeschwindigkeit vorringert. Allgemein kann man sagen, dass das Verhältnis der Diffusionskoeffizienten (der grössere immer als Einheit angenommen) nahezu indirekt proportional der Konzentration ist. In der folgenden Tabelle sind annähernd die Zeiten bestimmt, die verschiedene Substanzen zu gleichen Wegstrecken bei der Diffusion benötigen:

Salzsäure	1	Krystalloide.
Natriumchlorid	2,33	
Zucker	7	
Magnesiumsulfat	7	
Eiweiss	49	Colloide.
Caramel	98	

Das Verhältnis $\frac{Z \text{ (Zucker)}}{Z \text{ (Eiweiss)}}$ ergiebt $\frac{1}{7}$, während nach den Versuchen desselben Autors die übergegangenen Salzmengen sich wie $\frac{8}{1}$ verhalten (cf. »Diffusionsgeschwindigkeit«). Nahezu scheint mir also die Beziehung

Formel CCCXII. $\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{c_2}{c_1}$, wenn

Z_1 | die zu gleichen Diffusionswegen benötigten
Z_2 | Zeiten zweier gelöster Substanzen

c_2 | ihre Diffusionsgeschwindigkeiten
c_1 |

nicht exakt durch die Grahamschen Versuche bestätigt zu sein. Fernere Belege hierfür entnehme ich den Versuchen des citierten Autors:

$$\frac{\text{Kochsalz}}{\text{Eiweiss}} : \left\{ \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{1}{21{,}03} : \frac{c_2}{c_1} = \frac{1}{17{,}50} \right. (!)$$

$$\frac{\text{Zucker}}{\text{Kochsalz}} : \left| \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{1}{0{,}333}; \frac{c_2}{c_1} = \frac{1}{0{,}457} \right. \text{ u. s. f.}$$

Die Versuchsdifferenzen betragen also { im ersten Falle 1,000
„ zweiten „ 3,530
„ dritten „ 0,124.

Durch Vergleich mit der von mir gegebenen Formel der Diffusionsgeschwindigkeit erhellt die Thatsache, dass die Methode zur Bestimmung der Diffusionswege nach Graham eine völlig exakte, die Methode zur Messung der Diffusionszeiten aber eine mit Versuchsfehlern belastete ist. (Zikel.)

Wroblewski modifizierte das Fick'sche Elementargesetz:

$$Q = 2q \text{ Const} \sqrt{\frac{kz}{\pi}}, \text{ wenn}$$

Q = die in 1 Sekunde von der Oberfläche einer Flüssigkeit absorbierte Gasmenge
Const = die von der Absorptionsfähigkeit des Wassers für das zu lösende Gas abhängt
q = Flüssigkeitsniveau in Querschnitts-Einheiten
k = Diffusionscoefficient
Z = Zeit der Absorption
π = 3,1415926

Dutrochet bestimmte den osmotischen Druck vermittelst seines Osmometers nur mit unzureichenden Annäherungswerten. Die im allgemeinen Teile der vorliegenden Schrift angegebenen Demonstrations-Osmometer entsprechen den Angaben Vierordts.

Nach Jolly gilt der Satz, dass für jedes Quantum austretender Substanz eine proportionale Menge der Aussenflüssigkeit eintritt. (Zum Mechanismus der Harnbildung; osmotisches Äquivalent, modifiziert von Ludwig und Eckhard.) Graham stellte durch sein Osmometer fest, dass bei den Colloiden, besonders den Zellmembranen des Organismus und Fibrin, der Grad der Wasseraufnahme eines Colloids abhängig von der berührenden Flüssigkeit ist. In reinem Wasser nehmen Colloide mehr Wasser auf, als in Salzlösungen. (Von Bedeutung für organische Prozesse.)

Diejenige Oberfläche einer Membran, die der konzentrierteren Salzlösung zugewandt ist, zeigt sich relativ kleiner als die entgegengesetzte Seite. Die Zellen des Körpers weisen demnach an der Seite der Flüssigkeit höherer Konzentration eine relative Schrumpfung, auf der Seite der

Flüssigkeit niederer Konzentration eine relative Quellung auf. Fibrin, Albumin und Zellmembranen quellen dagegen stark im Wasser auf, das nur geringe Mengen Säure oder Alkali enthält.

Wir möchten aus Gründen der praktischen Orientierung die fast aufgegebenen Begriffe der von Dutrochet eingeführten Bezeichnung der beiden entgegengesetzten Strömungsrichtungen durch die Membran als Endosmose und Exosmose für osmologische Betrachtungen beibehalten wissen.

Häsers Coefficient.

Dieser Coefficient ist praktisch ohne alle Bedeutung, da er nur den Wert einer Annäherungszahl für normale Harne hat, für pathologische Harne aber ausserordentlich abweichende Ergebnisse liefert. Unter dem Häser'schen Coefficienten versteht man diejenige Zahl, mit der die 2. und 3. Stelle nach dem Komma von S multipliziert werden muss, um a zu ergeben. Er beträgt 2,33. Demnach wäre

Formel CCCXIII. $2.33 . 1000 . (S - 1) = a$, also:

Formel CCCXVI. $\frac{a}{S - 1} = 2330$ oder:

Formel CCCXV. $\frac{x\,p}{100\,(S - 1)} = 2330$

Krystalloide und Colloide.

Unter dem Begriffe der Krystalloide versteht man nach Graham (1850) im festen Zustande krystallinische Körper von hohem Diffusionscoefficienten. Unter Colloiden begreift man nicht krystallinische, im Wasser gelatinöse Lösungen bildende Substanzen von niedrigen Diffusionscoefficienten.

Es lassen sich die folgenden Unterschiede aufstellen:

Die Krystalloide	Die Colloide
diffundieren schnell	— langsam
sind meist krystallinisch. Struktur	nicht krystallinisch (amorph.)
lösen sich in Wasser unter Temperaturveränderung	erzeugen keine Temperaturänderung
erhöhen hierbei die Siedetemperatur wesentlich	erzeugen eine geringe Siedepunktserhöhung
erniedrigen den Gefrierpunkt stark	erzeugen eine geringe Gefrierpunktserniedrigung

Die Krystalloide	Die Colloide
beeinflussen die physikalischen Eigenschaften der Lösungen stark	= unwesentlich
sind löslich	sind löslich oder gerinnbar
cf. »Osmose«	gestatten die Diffusion der Krystalloide nahezu unbehindert, sind aber für andere Colloide fast undurchdringlich. (Bemerkenswert für die osmotischen Prozesse der Urinbildung bei Eiweissgehalt des Urins.)
lassen sich am Geschmack erkennen.	schmecken nicht.

Die interessierenden Colloide sind: Eiweiss, Leim, Casein, Faserstoff, Dextrin, Stärke, Gerbstoff, einige Extraktivstoffe, Hydrat der Kieselsäure, Pergament, Thonerde und Zinnsäuren, Karamel. Die wichtigeren Krystalloide sind Zucker, die Metallsalze und dergleichen.

Grahams Gasröhrenversuch.

Bezeichnet: v das Volumen des in Quecksilber ausströmenden Gases
S seine Dichte,

so besteht die Beziehung:

Formel CCCXVI. $S = \frac{1}{v^2}$ oder

Formel CCCXVII. $v = \sqrt{\frac{1}{S}}$.

Will man dieses Gesetz auf die Osmologie der Lösungen übertragen, so muss man:

v = dem Volumen des Lösungsmittels (= dem Vol. der gelösten Substanz),

$S = \frac{a}{v}$ setzen, also

$v = \sqrt{\frac{v}{a}}$ (?) oder:

$v = \frac{1}{a}$ (?) wenn a = Gewicht der gelösten Substanz in gr-Einheiten..

Es ergiebt sich hieraus die Folgerung, **dass nicht alle Gasgesetze auf Lösungen übertragbar sind**, oder dass wenigstens nicht in jeder Konzentration der vollkommen den Gasen analoge Zustand von der gelösten Substanz erreicht wird.

Endosmotisches Aequivalent.

Nach Jolly versteht man unter dem Begriffe des endosmotischen Äquivalenten diejenige Zahl, welche angiebt, wieviel Gewichtsteile Wasser gegen einen Gewichtsteil einer beliebigen Substanz durch eine Membran ausgetauscht werden. Das endosmotische Äquivalent des Wassers beträgt für:

Chlornatrium	4,3	Kaliumhydroxyd	2,15
Glaubersalz	11,6	Schwefelsäure	0,39
Kaliumsulfat	12	basisches Kaliumsulfat	2,3
Magnesiumsulfat	11,7	Alkohol	4,2
Kupfersulfat	9,7	Zucker	7,1

Für die Aufnahme der Nahrungsstoffe sind entscheidend:

1. das endosmotische Äquivalent (Jolly)
2. die spezifische Membran-Struktur (Zikel)

Aus diesen Betrachtungen lässt sich der differente Gehalt der verschiedenen Organe an Einzelsubstanzen im menschlichen Körper herleiten.

Therapeutische Diagnostik.

Unter dem häufig zitierten Begriffe der therapeutischen Diagnostik verstehe ich die Lehre von der Erkenntnis der Einwirkung eines Therapeutikums auf den Krankheitsprozess, soweit diese Erkenntnis eine Konsequenz zahlenmässiger, objektiver Befunde ist. Fundiert ist die therapeutische Diagnostik auf der Erkenntnis und zahlenmässigen Fixierung des jeweiligen Krankheitsgrades, auf der »graduellen Diagnostik«. Man wird schwerlich den Grad der Erkrankung aus der Zahl der Pulse, der Atemzüge, aus der Volumenangabe eines Hydrops u. dergl. diagnosticieren können, da diese Befunde nach Alter und Konstitution etc. verschieden sein können und nicht mit den pathologisch-anatomischen Veränderungen stets parallel einhergehen. Sicherlich nimmt aber gerade die Osmologie mit ihren präzisen Zahlenangaben auf diesem Gebiete eine hervorragende Stellung ein.

Schlusswort

Über einige klinische Anwendungen der Kryoskopie.

Von Prof. Dr. **Alexander von Korányi.**

Die bedeutendste Leistung der klinischen Forschung in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts ist der Ausbau der Diagnostik. Ihr Fundament wurde während der Alleinherrschaft der pathologisch-anatomischen Richtung in der anatomisch-physikalischen Diagnostik niedergelegt. Nach wichtigen Ergänzungen, welche die Diagnostik durch die Einführung einiger exakter Methoden der Physiologie, der physiologischen Chemie und der Ätiologie in die Diagnostik erfahren hat, schien das grosse Werk seiner Vollendung nahe gekommen zu sein. Als jedoch in den letzten Decennien die Therapie zu einer intensiveren Entwickelung gelangte und durch zahlreiche wirksame Methoden bereichert wurde, stellte es sich heraus, dass unsere Diagnostik, welche den Bedürfnissen einer anatomischen, nosographischen und ätiologischen Diagnose im allgemeinen zu entsprechen fähig war, und bei der Erforschung von Krankheitsbildern das nötige leistete, nicht selten im Stiche liess, wenn ihre Methoden zur Aufstellung exakter therapeutischer Indikationen und zur genauen Beobachtung der Resultate verschiedener Behandlungsmethoden herangezogen werden sollten.

Die Lücken der Diagnostik zeigten sich vor Allem in der modernen chirurgischen Praxis. Sie verlangt ausser weitgehenden und verlässlichen anatomischen Diagnosen eine nicht minder weitgehende und verlässliche Einsicht in die Grösse der Gefahren, welche aus der Art der Erkrankung, und der Veränderung der Funktion des erkrankten Organs dem Organismus erwachsen. Ihre Erfolge sind bis zu einem gewissen Grade davon abhängig, wie weit die Veränderungen vorauszusehen sind, welche die geplante Operation in der Thätigkeit des erkrankten Organs ver-

ursachen wird, und ob diese Veränderungen dem Organismus zu Gute kommen, dessen Leistungsfähigkeit schmälern, oder dessen Bestehen gefährden werden. Diese Fragen zu beantworten ist die funktionelle Diagnostik berufen.

Nicht minder wichtig ist eine vollkommene funktionelle Diagnostik dem Internisten. Auf ihre praktische Bedeutung mit besonderem Nachdruck hingewiesen zu haben ist ein grosses Verdienst von O. Rosenbach. Die innere Therapie muss sich in den meisten Fällen auf eine Beeinflussung der Funktionen des erkrankten Organes und des Organismus beschränken. Ist die Harmonie zwischen der Grösse der Bedürfnisse des Organismus und der Leistungsfähigkeit des Organs gestört, so entsteht eine Insufficienz. Die chemischen und mechanischen Folgen der Insufficienz bilden schon an und für sich eine Gefahr für den Organismus. Ausserdem wirken diese als übermässig starke Reize auf das erkrankte Organ, dem ohne dies die Gefahr der Erschöpfung droht. Die wichtigste Aufgabe der »funktionellen« Therapie ist die Verhütung oder die Beseitigung der Insuffizienz, welche nur dann mit vollem Erfolg geschehen kann, wenn eine hohen Anforderungen entsprechende funktionelle Diagnostik bereits die gewissen Grade der Insufficienz und der Erschöpfung kenntlich machen kann, und dem Arzte Methoden zur Verfügung stellt, welche über die Schwankungen der Insuffizienz genau zu unterrichten im Stande sind. Wie wirksam die Therapie von einer guten funktionellen Diagnostik unterstützt wird, lehrt die Klinik der Stoffwechselkrankheiten in hervorragender Weise.

* * *

Als ich im Jahre 1893 meine ersten Versuche zur Einführung der Kryoskopie in die Diagnostik anstellte, schwebten mir die auseinandergesetzten Bedürfnisse der Therapie vor. Meine Erwartungen, welche ich an diese Untersuchungen knüpfte, haben sich zum grossen Teile erfüllt. Die Kryoskopie ermöglichte zunächst eine exakte Diagnose der Niereninsufficienz, indem sie sich zum Nachweis einer Retention von festen Molekülen im Blute für geeignet erwies. Ausserdem führte sie zur Entdeckung einer Methode, welche zur Feststellung von einer, wenn auch einseitigen Veränderung der Leistungsfähigkeit der Nieren dienen kann. Sie besteht aus der Beobachtung der Veränderlichkeit des Gefrierpunktes des Harnes, welche bei Gesunden gross ist, und bei den Erkrankungen des Nierenparenchyms abnimmt. Sie beruht be-

sonders auf den Untersuchungen von Kövesi und Róth-Schulz und giebt die Erklärung jener Thatsache, dass die Gefrierpunktserniedrigung des Harnes bei Nierenkrankheiten meistens auffallend gering ist.

Seitdem die Kryoskopie des Harnes durch Albarran, Bousquets und Bernard, besonders aber durch Richter und Casper in Verbindung mit dem Katheterismus der Harnleiter ausgeführt wurde, hat sich ihre Bedeutung für die Nierenchirurgie vollkommen bewährt.

Der Fortschritt, welchen die Erforschung von Nierenkrankheiten durch die Anwendung der Kryoskopie erreicht hat, ist auch für die innere Medizin von Bedeutung, wie dies besonders aus den Untersuchungen unserer Klinik und denjenigen von Strauss zu ersehen ist. Der Nachweis der meistens vorherrschenden Retention der festen Moleküle im Blute, die daraus folgende Erkenntnis der Zunahme der physikalischen wasseranziehenden Kraft des Organismus, der durch Kövesi und Róth-Schulz geführte Nachweis der Abnahme derjenigen Fähigkeit erkrankter Nieren, welche bei Gesunden eine Wasserretention durch eine grössere Entfaltung der wassersecernierenden Kraft verhütet, haben die Elemente einer neuen Theorie der Wassersucht ergeben, welche, wie ich an einem anderen Ort ausgeführt habe, neue Gesichtspunkte für die Therapie der Nierenwassersucht liefert. Ausserdem ermöglichte der tiefere Einblick, den die Kryoskopie in Verbindung mit sorgfältigen Stoffwechseluntersuchungen in das Geschehen bei Nierenkrankheiten gewährt, eine exakte klinische Stimmung des Wertes unserer therapeutischen Methoden. In einer nächstens zu erscheinenden Arbeit von Kövesi und Róth-Schulz werden diese Untersuchungen ausführlich veröffentlicht werden.

* * *

Während die Ansichten über den Werth der Kryoskopie auf dem Gebiete der Nierenkrankheiten nur wenig auseinandergehen, haben bis jetzt meine Untersuchungen über die praktischen Ergebnisse der Kryoskopie bei der funktionellen Untersuchung von Herzkranken nur einen geringen Erfolg erreicht. **Der Hauptzweck dieser Mitteilung ist eine festere Begründung meiner Ansichten über die Bedeutung der Kryoskopie für das Studium der**

Herzkrankheiten und zugleich die Besprechung jener Fehlerquellen, welche der Methode anhaften und zu den erhobenen Einwänden Veranlassung gegeben haben.

Ich habe vorgeschlagen, bei Herzkranken die Kryoskopie des Blutes zur Feststellung der Insuffizienz der Atmung zu verwenden. Für den einzelnen Fall hat diese Untersuchung kaum Bedeutung. Ihr Wert liegt darin, dass sie eine exakte Erforschung der Wirksamkeit derjenigen therapeutischen Massnahmen ermöglicht, welche die Beseitigung der Atmungsinsuffizienz bezwecken. Bei einer Zunahme des Kohlensäuregehaltes des Blutes beträgt dessen Gefrierpunktserniedrigung mehr als 0,56°, wenn man während der Bestimmung das Entweichen der Kohlensäure verhindert. Kovács hat bewiesen, dass diese Veränderung des Blutes in vitro durch Sauerstoffeinwirkung zum Verschwinden gebracht werden kann.

Seine Untersuchungen haben weiter ergeben, dass der erhöhte osmotische Druck des Blutes bei Herzkranken und in gewissen anderen Fällen von Atmungsinsuffizienz durch Sauerstoffinhalationen auffallend günstig beeinflusst werden. Die Veränderung, welche im Gefrierpunkte des Blutes nach einer reichlichen Sauerstoffinhalation leicht nachzuweisen ist, **gab der Sauerstofftherapie ihre erste feste theoretische Grundlage.**

Verwickelter sind diejenigen Untersuchungen, deren Zweck der Nachweis von Veränderungen der Leistungsfähigkeit des Herzens und der Kryoskopie des Harnes bildet. Bei der Begründung der hier in Betracht kommenden Methode bin ich aus folgenden Erfahrungen ausgegangen: 1. bei nierengesunden und herzgesunden Patienten unserer Klinik, welche reichlich ernährt worden sind, habe ich gefunden, dass der Quotient $\frac{\Delta}{K}$ (Δ = Gefrierpunkt, K = Kochsalzgehalt) des genau durch 24 Stunden gesammelten Harnes verhältnismässig wenig veränderlich ist. 2. Bei Herzkranken im Stadium der Kompensationsstörung habe ich eine ausserordentliche Steigerung des Wertes f beobachtet, welche bei einer Besserung der Leistungsfähigkeit des Herzens regelmässig ab-, bei einer Verschlechterung dagegen ebenso regelmässig zunahm. 3. Bei gesunden Leuten habe ich eine bedeutende Zunahme von f nach ausserordentlich anstrengenden Sportübungen beobachtet, welche erst nach mehreren Tagen allmählich einem normalen Werte wich. 4. Bei Herzkranken, deren

Kompensation eine ziemlich erhaltene, deren Herz aber grösseren Ansprüchen gegenüber mehr oder weniger insufficient war, konnte ich feststellen, dass geringe Anstrengungen f im gleichen Sinne beeinflussen, wie ausserordentliche Anstrengungen dies bei Gesunden thun. Daraus folgerte ich, dass das Verhalten von f bei verschiedener körperlicher Inanspruchnahme zum Nachweise der gesunkenen Leistungsfähigkeit herzkranker Patienten dienen könne und zugleich die Grundlage einer Methode gebe, **welche für die Kontrollierung der Lebensweise Herzkranker mehr leistet, als die bis jetzt allgemein benutzten Untersuchungsmethoden.**

Diejenigen Forscher, die sich mit diesem Teile meiner Arbeit beschäftigten, blieben bei dem ersten Satze stehen, und kamen zu Resultaten, welche von den meinigen mehr oder weniger abwichen. Bei der Durchsicht ihrer Resultate überzeugte ich mich, dass f auch bei gesunden, wohl ernährten Kranken Schwankungen leisten können, welche die von mir aufgestellten Grenzwerte mehr oder weniger überschreiten.

Ich gestehe gerne, dass die grössten Schwankungen, welche in meinen Fällen in den Werten von f zu beobachten waren, ihren Grund in der Gleichmässigkeit der Ernährung solcher Patienten der Klinik hatten, welche reichlich ernährt werden konnten, und dass ich in der Verallgemeinerung meiner Beobachtungen zu weit gegangen bin. Daraus folgt aber nur, dass die annähernde Constanz von f eine gleichmässige, geregelte Ernährung zur Voraussetzung hat, und wenn einmal diese Voraussetzung, die leicht zu erfüllen ist, besteht, sämmtliche Erfahrungen, auf welche ich meine Untersuchungsmethode gründete, ihren Wert behalten. Denn dass muss jeder unbefangen zugeben, dass wenn f **bei gleichbleibender Ernährung** im Anschluss an gewissen willkürlich hervorgerufenen Erscheinungen, gesetzmässig eintretende Veränderungen erleidet, diese Veränderungen den entsprechenden Einwirkungen zuzuschreiben sind. Wie empfindlich f auf gewisse Eingriffe bei gleichbleibender Ernährung reagiert, kann z. B. aus folgenden Beobachtungen von Röth erkannt werden.

Fall 1. Palpitatio carotis nervosa Wirkung von Morphium auf f.

Datum	Dosis	f
5. Dez.	—	1,6
6. „	—	2,0
7. „	—	1,8

Datum	Dosis	f
8. Dez.	—	1,7
9. „	—	2,0
10. „	0,01	**1,7**
11. „	0,015	**1,4**
12. „	—	1,8
13. „	—	1,9

Fall 2. Insufficientia et Stenosis aortae. Untere Grenze der Kompensation. Morphiumwirkung.

Datum	Dosis	f
1. Januar	—	1,7
2. „	—	1,6
3. „	—	1,7
10. „	—	1,6
11. „	—	1,6
12. „	0,01	**1,5**
13. „	0,01	**1,6**
14. „	0,02	**1,5**
15. „	0,02	**1,3**
16. „	0,02	**1,3**
17. „	—	1,4
18. „	—	1,6

Fall 3. Insuff. valv. mitralis et aortae. Untere Grenze der Kompensation. Wirkung von Amylnitritinhalationen.

Datum	Dosis	f
13. Januar	—	1,6
14. „	—	1,5
15. „	—	1,6
16. „	5 Tropfen	**1,4**
17. „	5 „	**1,4**
19. „	2×5 „	**1,5**
20. „	2×5 Tropfen	**1,2**
21. „	—	1,4
22. „	—	1,5

Fall 4. Tabes dorsalis incipiens. Nitroglycerinwirkung.

Datum	Dosis	f
20. Dezember	—	1,6
22. „	—	1,4
23. „	—	1,5

Datum	Dosis	f
24. Dezember	—	1,5
27. „	—	1,7
28. „	3 × 0,0006	**1,3**
29. „	3 × 0,0006	**1,3**
30. „	—	1,6
31. „	—	1,7

Fall 5. Ergotinwirkung.

Datum	Dosis	f
13. Dezember	—	1,3
15. „	—	1,5
17. „	—	1,4
18. „	—	1,3
19. „	3 × 0,10	**1,5**
20. „	3 × 0,10	**1,6**
21. „	—	1,4
23. „	—	1,3

Aus diesen Versuchen folgt, dass f bei annähernd gleichmässiger Ernährung wenig veränderlich ist, und auf mässige Dosen von Morphium, Amylnitrit und Nitroglycerin mit einer deutlichen Abnahme, auf Ergotinwirkung dagegen mit deutlicher Zunahme reagiert.

Dass f bei bedeutenden Stauungserscheinungen ungewöhnlich gross ist (soweit die Nieren gesund sind und die Diurese nicht in Zunahme begriffen ist), ist hinlänglich bekannt. Ich verweise diesbezüglich auf meine ausführliche Arbeit über Kryoskopie. Dieselbe enthält ausserdem diejenigen Untersuchungen, welche den Einfluss von ausserordentlichen Anstrengungen auf f bei Gesunden illustrieren.

An dieser Stelle will ich nur einige Beobachtungen an Greisen mitteilen, welche von Tauszk an unserer Klinik gesammelt worden sind, und beweisen, eine wie geringe körperliche Arbeit zu einer bedeutenden Erhöhung von f ausreicht, wenn die Leistungsfähigkeit des Organismus in hohem Masse geschädigt ist.

Fall 1. 68 Jahre. Arteriosclerose. Arbeit am Ergostaten.

Datum	f	Belastung	Arbeitsdauer
23. April	1,7	—	—
24. „	1,6	—	—
25. „	1,7	—	—
26. „	1,4	—	—

Datum	f	Belastung	Arbeitsdauer
29. März	**1,9**	8 kgr	40 Min. (mit Unterbrechungen)
30. „	1,7	—	—
1. Mai	**2,0**	8 kgr	3 × 20 Min. „
2. „	2,3	—	—
3. „	1,9	—	—
4. „	**2,9**	8 kgr	5 × 12 Min. „
5. „	**3,8**	8 kgr	etwa 3 × 12 Min. „
6. „	1,6	—	—
7. „	1,5	—	

Fall 2. 72 Jahre. Arteriosclerose. An den Arbeitstagen legt Patient einen Weg von 1000 Metern zurück.

Datum	f	Spaziergang
29. März	1,6	—
30. „	1,8	—
31. „	**2,3**	1000 Meter
1. Apr.	**2,3**	1000 Meter
2. „	**2,0**	1000 Meter
3. „	**2,1**	1000 Meter
4. „	1,8	—

Fall 3. 81 Jahre. Arteriosclerose. Arbeit: Treppensteigen.

Datum	f	
16. März	1,5	Ruhe
17. „	**2,1**	Treppensteigen
18. „	**2,1**	Treppensteigen
19. „	**2,2**	Treppensteigen
20. „	2,0	Ruhe
21. „	1,7	Ruhe

Fall 4. 69 Jahre. Arteriosclerose.
An den Arbeitstagen Treppensteigen Vor- und Nachmittag.

Datum	f	
21. März	1,5	Ruhe
22. „	**2,5**	Arbeit
23. „	**2,4**	Arbeit
24. „	**2,5**	Arbeit
25. „	**2,5**	Arbeit
26. „	**2,4**	Arbeit
27. „	**2,4**	Arbeit
25. Apr.	1,3	Ruhe

Datum	f	
26. Apr.	**4,7**	Viermal Treppensteigen, ausserdem 1000 m Weg.
27. „	2,1	Ruhe.

Fall 5. 74 Jahre. Arteriosclerose.

f	
1,5	Ruhe
1,3	Ruhe
1,3	Ruhe
1,2	Ruhe
1,4	Ruhe
1,4	Ruhe
1,6	Ruhe
6,0	156 Treppen gestiegen, 2000 Meter gegangen und viermal mit Gewichten von 1 kgr Gymnastik.

Diese Fälle werden wohl genügen, um zu beweisen, dass der Einfluss von Körperbewegungen auf f bei Individuen, deren Leistungsfähigkeit stark gelitten hat, ein grosser ist, nnd bei annähernd gleichmässiger Ernährung leicht erkannt werden kann.

Kraus hat in einer ausserordentlich interessanten Arbeit die Ermüdung als Mass der Arbeitsfähigkeit des Organismus hingestellt, und auseinandergesetzt, welchen Einfluss Herzkrankheiten auf die Leistungsfähigkeit des Organismus übt. Seine Untersuchungen führten nicht zur Begründung einer praktisch verwertbaren Methode. Ich glaube, dass die Beobachtung von f diese Lücke auszufüllen berufen ist, und sie auch ausfüllen wird, sobald das Missverständnis, welches aus meiner zu weit gegangenen Behauptung über die Konstanz dieser Werte beseitigt werden wird und man bei den Nachforschungen der Bedingung einer gleichmässigen Ernährung Rechnung tragen wird.

Zum Schluss sei in aller Kürze auseinandergesetzt, welcher Vorteil für die Behandlung einzelner Herzkranker und für die Erforschung der Wirksamkeit unserer therapeutischen Methoden aus diesen Untersuchungen zu erwarten ist.

Das beste Mittel zur Verlängerung des Stadiums der Kompensation bei Herzkranken, wenn einmal der eigentliche pathologische Prozess mit Hinterlassung eines Defectes zum Stillstand gekommen ist, ist eine entsprechende Regelung der Lebensweise. Bei der Ausführung dieser Regelung hat der Arzt zu bedenken, dass eine zu weit gehende Beschränkung der Freiheit des Patienten ebenso

zu vermeiden ist, wie eine ungenügende Schonung des Herzens. Während dieses das Herannahen der Kompensationsstörung durch eine allmähliche Erschöpfung der Herzmuskeln beschleunigt, schadet eine zu weit gehende Beschränkung in doppelter Weise, indem sie einer nützlichen Übung des Herzens im Wege steht, ausserdem aber den Patienten in der Erfüllung seiner Pflichten und im Genusse seines Lebens unnötigerweise stört. Würden die hier in Betracht kommenden Herzkranken immer den Grundsätzen der nötigen Schonung und der nützlichen Übung entsprechend leben, so wären die methodischen Schonungs- und Übungskuren, die besonders durch die Beseitigung der üblen Folgen einer fehlerhaften Lebensweise wirken, meistens überflüssig.

Der eine Zweck der funktionellen Herzdiagnostik ergiebt sich aus dieser Betrachtung von selbst. Wir verlangen von der funktionellen Diagnostik eine Methode, welche uns über den Enderfolg der Erholungsperioden aufklärt. Ist der Erfolg der Erholung ein vollkommener, werden aber die Folgen der Ermüdung vollkommen beseitigt, dann ist die vollbrachte Arbeit eine der Leistungsfähigkeit angemessene. Die gewöhnlich gebrauchten Methoden der funktionellen Untersuchung des Herzens sind ausserordentlich verlässlich, solange wir aus ihren Ergebnissen auf anatomische Veränderungen schliessen, eine Störung der Kompensation, oder Innervation, oder eine beträchtliche Schwäche des Herzmuskels erkennen wollen. Bei der letztgenannten Anwendung sind jedoch diese Methoden nicht scharf genug, um geringe Schwankungen der Herzkraft, welche aus den an und für sich geringen, aber mit der Zeit anwachsenden Folgen eines nicht vollkommen entsprechenden Verhältnisses zwischen Ermüdung und Erholung hervorgehen, aufzudecken, und ist ihre Bedeutung für die Behandlung einer qualitativen Zuckerprobe bei der Diabetesbehandlung zu vergleichen.

Grosse Veränderungen der Leistungsfähigkeit werden von beiden angegeben für die Beurteilung geringer Schwankungen; für den Zweck, dass diese Schätzung zur sicheren Führung der Behandlung diene, sind beide ungenügend. Die Kryoskopie hat nur eine Methode der funktionellen Diagnostik geliefert, welche bis zu einem gewissen Grade den Anforderungen der Therapie besser zu entsprechen verspricht. Wie ihre Resultate in der Praxis zu verwerten sind, sollen spätere Untersuchungen lehren. Vorläufig genügt es, die Thatsache fester begründet zu haben, dass eine Erhöhung von f durch körperliche Arbeit als Be-

weis dessen gelten kann, dass diese Arbeit eine Veränderung in der Harnsekretion, also in einer Funktion des Organismus, die eng mit der Herzthätigkeit zusammenhängt, herbeigeführt hat, welche während einer Periode von 24 Stunden nicht vollkommen ausgeglichen werden konnte, und dass eine umso geringere Arbeit eine solche Veränderung herbeiführen kann, je mehr die Leistungsfähigkeit des Organismus gelitten hat. Daraus folgt, dass f ein annäherndes Mass der Leistungsfähigkeit des Organismus liefert, wenn man ihre Veränderungen nach einer gegebenen Arbeitsgrösse beobachtet. Andererseits ermöglichen die von der Ernährung unabhängigen Veränderungen von f eine Abschätzung der Schwankungen des Verhältnisses zwischen den aus der Lebensweise des Patienten hervorgehenden Anforderungen und seiner Leistungsfähigkeit.

Budapest, im April 1902.

Alexander von Korányi.

Litteratur.

Achard-Castaigne: L'Examen clinique des fonctions rénales. Paris 1900.

Agostini: Rivista speriment. d. Freniatria e di Med. Leg. 1892: Sull' isotonia del sangue negli alienati.

Albarran-Bernard: Annales des maladies des organs génito-urinaires. 1899.

Arrhenius: Über die Dissociation der in Wasser gelösten Stoffe. Zeitschr. f. physikal. Chem. 1887.

Asher-Barbèra-Busch: Unters. üb. d. Eigenschaften u. d. Entsteh. der Lymphe. Zeitschr. f. Biologie N. F. XVIII p. 154, 1897; XIX p. 261, 1898, XXII p. 333, 1900.

Beckmann: Forschungsberichte über Lebensmittel etc. Anwendung neuerer physikalischer Methoden zur Beurteilung von Milch, Wein, Bier.

Becquerel-Rodier: Neue Untersuchungen üb. d. Zusammensetz. des Blutes. Erlangen 1847.

Bellani: Annali di Fisica etc. Vol. X pag. 276.

Bellani: Ueber die Entdeckung der Diffusion tropfbarer Flüss. Pogg. Annal. LXIII p. 350. 1844.

Bernard (Léon): Les fonctions du rein dans les néphrites chroniques. Paris 1900.

Beyer: Die Untersuchung des Harns und sein Verhalten bei Krankheiten. Berlin 1900.

Bianchi-Mariotti: Azione dei prodotti solubili dei microorganismi sull' isotonia e sul contenuto emoglobinico del sangue. Perugia 1892/93.

Bordat-Génin: Sur le point de congélation du lait de vache. Comptes rend. 123 p. 425. 1896.

Boruttan: Zur Theorie der Nervenleitung. Archiv f. d. ges. Physiol. LXXVI 1899 p. 621.

Botazzi: Lo Sperimentale. Ricerche ematologiche II. 1895.

Botazzi: Osmotischer Druck des Blutes von Meertieren. Archiv italien. d. Biolog. XXIIX 1897.

Bouchard: Essai de cryoscopie des urines. Comptes rend. CXXVIII p. 64.

Brasch: Ueb. d. chem. Konstitut. u. Wirk. der anorgan. Salzlös. nach d. Theorieen d. Chemie. Zeitschrift f. diät. u. physikal. Therap. 1900. III. Hft. 8.

Brücke: De diffusione humorum per septa mortua et viva. Diss. Berlin 1842.

Brücke: Annal. d. Physiologie LVIII. p. 77. 1843: Beitr. z. Lehre v. d. Diffusion etc.
Buchböck: Die physiko-chemische Analyse der Jodquelle von Csiz in Ungarn. Balneolog. Zeitschr. August 1899.
Bugarszky: Beiträge z. d. molek. Konz.-verh. physiologischer Flüssigkeiten. Archiv f. d. ges. Physiol. LXXXVI p. 389. 1897.
Bugarszky-Tangl: Unters. üb. d. molek. Konz.-verh. des Blutserums. Centralbl. f. Physiol. XXIV. Juli 1897.
Bugarszky-Tangl: Idem, Archiv f. d. ges. Physiolog. LXXII p. 531. 1898.
Bugarszky-Liebermann: Ueb. d. Bindungsvermögen eiweissartiger Körper für Salzsäure, Natriumhydroxyd und Kochsalz. Archiv f. d. ges. Physiol. LXXII p. 51. 1898.
Bunsen: Gasometrische Methoden. Braunschweig 1876.
Bunsen: Annal. der Chem. I 1855 und XCIII.

Camerer: I. Der Gehalt des menschlichen Urins an stickstoffhaltigen Körpern. Tübingen 1901.
II. Die Bestimmung des osmotischen Druckes und des Dissociationsgrades. Tübingen 1901.
Casper & Richter: Funktionelle Nierendiagnostik mit bes. Berücksicht. der Nierenchirurgie. Berlin 1901. Urban & Schwarzenberg.
Casper: Die diagnost. Bedeut. des Katheterismus der Ureteren. Berlin. Oskar Coblentz.
Castellino: Gaz. d. Osped. 1891.
Cavazzani: Il sublimato e la resistenza del sangue. Riforma medica 1891. p. 711.
Claude-Balthazard: La kryoskopie des urines. Paris 1901.
Clausius: Gesammelte Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie. Braunschweig 1867.
Cloetta: Diffusionsversuche durch Membranen mit zwei Salzen. Diss. Zürich 1851.
Coenen: Über die Salze des menschlichen Blutserums. Verlag von Schade, Berlin.
Cohnheim: Üb. Resorpt. in Dünndarm u. Bauchhöhle. München 1898.
Cohnheim: Üb. Dünndarmresorption. Zeitschr. f. Biolog. XXXVI p. 129. 1898.
Cohnheim: Versuche am isolierten überlebenden Dünndarm. Zeitschr. f. Biolog. XXXVIII p. 419. 1899.
Cohnheim: Üb. d. Salzsäure-Bindungsvermögen der Albumosen und Peptone. Zeitschr. f. Biolog. XXXIII 1896.
Cohnstein: Resorption aus der Peritonealhöhle. Centralbl. f. Physiol. 1895.
Cutore: Azione della chinina sull' isotonia.
Czerny: Üb. Eindickung des Blutes. Archiv f. exp. Path. u. Pharmak. XXXIV p. 278.

De Vries: Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik. XIV. 1884.

De Vries: Osmotische Versuche mit lebenden Membranen. Zeitschr. f. physikal. Chemie. 1887 und ferner 1889.

De Vries: Osmotische Versuche mit lebenden Membranen. Ibid. 1888.

De Vries: Isotonische Coefficienten einiger Salze. Ibid. 1889.

Domenici: Sulle modificazioni dell' Isotonia del sangue in seguito alla estirpazione della Milza.

Dreser: Über Diurese und ihre Beeinflussung durch pharmakolog. Mittel. Archiv. f. exper. Pathol. u. Pharmakolog. 1892 p. 303.

Dreser: Zur Pharmakologie des Quecksilbers. Arch. f. experim. Path. u. Pharm. XXXII p. 456. 1893.

Dreser: Versuch, die Grösse der Kraft zu berechnen, womit Äther und Chloroform im Zustande der Narkose von den Nervenzellen festgehalten werden. Zeitschr. f. physikal. Chemie. XXI p. 108. 1896.

Dünschmann: Einfluss des Salzgehaltes der Trinkquellen auf die Blutbeschaffenheit. Gekrönte Preisschrift. Berlin 1901. Hirschwald.

Duhourcau: Analyse et constitution des eaux minérales d'après la théorie des éléments dissociés. (Théorie des ions. Cf. His, Anm. d. Verf.) Extrait des Annales de la société d'hydrologie médicale de Paris 1899.

Dutrochet: Agent immédiat du mouvement vital, dévoilé, dans sa nature et son mode d'action chez les végétaux et chez les animaux. Paris 1826.

Dutrochet: Annales de Chimie, T. 35, 37, 49, 51.

Dutrochet: Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux. T. 2. Paris. 1837.

Eckhard: Der gegenwärtige experimentelle Thatbestand der Lehre von der Hydrodiffusion durch tierische Membranen. Pogg. Annal. CXXVIII p. 61, 1866.

Ehrlich-Lazarus: Die Anämie. Wien 1900.

Eichhorst: Spezielle Pathologie und Therapie. Band I, II und IV. Berlin 1901.

Feltz-Ritter: De l'Urémie expérimentale. Paris 1888.

Fick: Neue Ausstellung von dem Begriffe des endosmotischen Aequivalents. Pogg. Annal. XCII, p. 333. 1854.

Fisch-Kovács: Über Tagesschwankungen in der Nierenthätigkeit. Magyar orvos. Archiv. III. 6. Juni.

Fischer: Physik. Ch. Verhandl. d. Berl. Akad. d. Wissensch. 1814/15.

Fischer: Üb. d. Wiederherstell. eines Metalles durch ein anderes, u. üb. d. Eigensch. d. tier. Blase, Flüss. hindurchzulassen u. sie in einigen Fällen anzuheben. Gilbert's Annal. d. Physik. LXXII. p. 289. 1822.

Fischer: Über d. Kapillarität der Blase. Pogg. Annal. XI. p. 126. 1827.

Fischer: Die Berechnung der Mineralwasser-Analysen. Balneolog. Ztg. VII und XVII. 1897.

Fleischer: Archiv f. klin. Medizin 81.

Frankenhäuser: Elektrochemische Therapie. Zeitschrift f. diätet. u. physikal. Therapie. Leipzig 1901.
Frankenhäuser: D. Leitung der Electricität im lebenden Gewebe. Berlin, Hirschwald. 1898.
Fredericq: Note sur le sang de l'écrevisse. 1899.
Frenkel: Analyse de la source du prieuré á St.-Christan, exposée d'après la théorie des sels dissociés. Gazette des eaux 1899. Nr. 2083.
Frerichs: Die Brightsche Nierenkrankheit. Braunschweig 1881.
Friedenthal: Über chemische Bindung zw. Colloiden u. krystalloiden Substanzen. Centralblatt f. Physiol. 1898.

Gallerani: Résistance de la combinaison entre l'hémoglobine et le stroma des corpuscules sanguins dans le jeûne. Arch. italiennes de Biolog. XVIII p. 463. 1893.
Glücksmann: D. Methoden der Mineralwasseranalysen. Zeitschr. f. CO_2-Industrie 1897.
Graham: Annal. d. Chem. LXXVII und CXXI.
Graham: Annal. d. Physik CXX.
Graham-Otto: Lehrbuch d. Chemie. Braunschweig, 5 Bände.
Gravagna: Sull' isotonia del sangue nei blenorrhagici. Gaz. d. Osped. e delle Cliniche 1896.
Grawitz: Klinische Pathologie des Blutes. Berlin 1899.
Grawitz: Methodik der klinischen Blutuntersuchungen.
Griesbach: Physikal.-chem. Propädeutik. Leipzig, Engelmann.
Griesbach: Über Wesen und Verwendung der Kataphorese. Deutsche med. Wochenschr. 1898.
Grünbaum: The effect of resistance to secretion upon the pencentage of salts in saliva and upon the work done by the gland. Journ. of Physiol. XXII.
Guyon-Albarran: Annales des maladies des org. génito-urinaires. 1897.
Gryns: Einfluss gelöster Stoffe auf d. roten Blutzellen in Verb. m. d. Erschein. der Osmose u. Diffusion. Archiv. f. d. ges. Physiolog. LXIII. p. 86. 1896.

Hamburger: I. Über die durch Salz- und Rohrzuckerlös. bewirkt. Veränd. der Blutkörp. Arch. f. Anat. u. Physiol. p. 476. 1886.
II. Üb. d. Einfluss chemischer Verbind. auf d. Blutkörp. i. Zusammenhang mit ihren Molekulargewichten. Archiv f. Anat. u. Physiol. p. 31. 188 J.
III. D. Permeabilität der roten Blutkörp. i. Zusammenhang mit den isotonischen Coefficienten. Zeitschr. f. Biolog. p. 414. 1899.
IV. Üb. d. Regelung der Blutbestandteile bei künstl. hydräm. Plethora. Hydrämie und Anhydrämie. Zeitschr. f. Biol. p. 259. 1890.
V. Üb. d. Einfl. der Atm. auf d. Permeabilität der roten Blutkörp. Zeitschr. f. Biol. p. 405. 1892.
VI. Üb. d. Einfluss v. Säure u. Alkali auf defibrin. Blut. Archiv f. Anat. u. Physiol. p. 513. 1892.

Hamburger: VII. Üb. d. Einfluss v. Säure u. Alkali auf die leb. Blutkörp. Arch. f. Anat. u. Physiol. p. 153. 1893.
VIII. Vergleich. Unters. v. arteriell. u. ven. Blute, u. üb. d. bedeut. Einfluss der Art des Defibrinierens auf d. Result. v. Blutanalysen. Archiv f. Anat. u. Physiol. p. 157.
IX. Unters. üb. d. Lymphbildung, insbes. b. Muskelarbeit. Zeitschr. f. Biol. p. 173. 1893.
X. Hydrops v. bakteriell. Ursp. Deutsche med. Wochenschrift XLII. Zieglers Beitr. z. path. Anat. u. allg. Path.
XI. D. physiol. Kochsalzlös. u. d. Volumbestimm. der körperl. Elemente des Blutes. Centralbl. f. Physiol. 1893. H. 6; 1894. H. 22.
XII. Idem. Ibid. Bd. VII p. 161 und p. 656. 1893.
XIII. Üb. d. Bestimm. der osm. Spannkr. von physiol. u. patholog. serösen Flüss. mittelst Gefrierpunktserniedrigung. Centralblatt f. Physiol. Hft. XXIV.
XIV. D. isoton. Coefficienten u. d. roten Blutkörp. Zeitschrift f. physikal. Chemie VI. p. 319.
XV. Formveränd. der roten Blutscheiben in Salzlös., Lymphe u. verd. Blutserum. Virchows Archiv. CXLI p. 220. 1895.
XVI. D. osmot. Spannkraft des Blutserums in verschiedenen Stadien der Verblutung. Centralbl. f. Physiol. p. 321. 1895.
XVII. Gefrierpunktserniedr. v. lackfarb. Blute u. d. Vol. der Blutkörperchenschatten. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1897.
XVIII. Üb. d. Einfluss von Salzlös. auf d. Vol. tierischer Zellen. I. Mitteil. Archiv für Anat. und Physiol. p. 317. 1898.
XIX. Üb. d. Einfluss geringer Quantitäten Säure u. Alkali auf d. Vol. der roten und weissen Blutkörp. Arch. f. Anat. u. Physiol. p. 31. 1898.
XX. Üb. d. Einfluss von Salzlös. auf d. Vol. tierischer Zellen. Zugl. ein Versuch z. quantit. Bestimm. deren Gerüstsubst. Arch. f. Anat. und Physiol. p. 431. 1899.
XXI. Regelung der osmot. Spannkr. v. Flüss. in Bauch- u. Peritonealhöhle. Archiv f. Anat. und Physiol. p. 281. 1895.
XXII. Üb. Resorpt. aus d. Peritonealhöhle. Centralbl. f. Physiol. p. 484. 1895.
XXIII. Methode z. Trenn. u. quantitat. Bestimm. des diffusiblen u. nichtdiffusiblen Alkalis in serösen Flüss. Archiv f. d. ges. Physiol. 1898.
Hammarsten: Lehrb. d. physiol. Chemie. Wiesbaden 1899.
Heald: Üb. d. Giftw. verdünnter Lös. v. Säuren u. Salzen auf Pflanzen. Botanical Gazette. Chicago XXII. 1896.

Hedin: Üb. d. Einfl. einer tierischen Membran auf d. Diffusion verschiedener Körper. Archiv f. d. ges. Physiol. LXXVIII p. 205. 1899.

Hedin: Üb. d. Einwirk. einiger Wasserl. auf d. Vol. der roten Blutkörp. Skandin. Archiv f. Physiol. p. 207. 1895.

Hedin: I. Üb. d. Einfl. von Salzlös. auf d. Vol. der roten Blutkörp. Idem. p. 238.
II. D. osmot. Spann. des Blutes. Id. p. 377.
III. Üb. d. Brauchbark. der Centrifugalkraft f. quantitat. Blutunters. Archiv f. d. ges. Physiol. LX p. 360. 1895.
IV. Versuche über das Vermögen der Salze einiger Stickstoffbasen, in d. Blutkörp. einzudringen. Archiv f. d. ges. Physiol. LXX p. 525. 1898.
V. Der Hämokrit. Skand. Arch. f. Physiol. 1891 p. 134, 366; 1895 p. 238.

Heidenhain: Neue Versuche über die Aufsaugung im Dünndarm. Pflügers Archiv f. Physiol. Bd. 56. 1894. p. 579.

Heidenhain: Lehre von d. Lymphbildung. Pflüg. Archiv IL p. 209. 1891.

Heidenhain: Resorption in d. Bauchhöhle. Archiv f. d. ges. Physiol. LXII p. 320. 1895.

Hermann: Handbuch der Physiologie. 1882

Hintz: D. Berechn. der Mineralwasseranalysen. Pharmazeut. Zeitg. p. 881. 1894.

His: D. Bedeut. d. Jonentheor. f. d. klin. Mediz. Tübingen, F. Pietzker. 1902.

His: Physikal.-chem. Unters. üb. d. Verhalten der Harnsäure u. ihrer Salze in Lösung. Wiesbaden 1900.

His-Paul: Idem. Zeitschr. f. physiolog. Chemie XXXI 1 u. 2; Therap. d. Gegenw. Oktober 1901.

Höber: Üb. Konzentrationsänd. b. d. Diffusion zweier gelöster Stoffe gegeneinand. Pflügers Archiv LXXIV p. 225. 1899.

Höber: Über Resorpt. im Dünndarm. Idem LXX p. 624. 1898 und LXXIV p. 246. 1899.

Höber: Ueb. d. Bedeut. der Theorie der Lösungen f. Physiologie und Medizin. (Cf. His; Anm. d. Verf.) Biolog. Centralblatt 1899.

Höber-Kiesow: Ueber den Geschmack von Salzen u. Laugen. (Cf. Vorwort.) Zeitschrift f. physikalische Chemie. XXVII. 1898.

Hofmeister: I. Vers. üb. d. Ausfällbarkeit v. Eiweisskö pern durch Salze. Archiv f. experim. Patholog. u. Pharm. XXIV. p. 247. 1887.
II. Ueb. d. wasserentzieh. Wirk. der Salze. Ibid. XXVI. p. 1. 1889.
III. Unters. üb. d. Quellungsvorgang. Ibid. XXVII. p. 395. 1890.
IV. Die Beteiligung gelöster Stoffe an Quellungsvorgängen. Ibid. XXVIII. p. 210. 1891.

Hoppe-Seyler: Virchows Archiv. IX.

Hoppe-Seyler: Handbuch d. physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse.

Israel: Praktikum der pathologischen Histologie. Berlin 1893.
Israel: Chirurgische Klinik der Nierenkrankheiten. Berlin 1901.
Israel: Berliner klin. Wochenschrift IC.

v. **Jaksch**: Klinische Untersuchungsmethoden. Berlin 1901.
Jerichan: Ueb. d. Zus.-strömen flüssiger Körp., welche durch poröse Lamellen getrennt sind. Pogg. Annal. XXXIV. S. 613.
Jolly: Experimentaluntersuchungen über Endosmose. Pogg. Annal. 78. 1849. p. 261.
Jolly: Idem. Zeitschr. f. rationelle Med. VII. p. 83. 1849.
Jona: La resistenza del sangue del feto e del neonato. Riform. medic. III. 1895.
Jordis: Ueb. Milchanalyse. Erlangen 1894.

Kahlenberg-True: On the toxic action of dissolved salts and their electrolytic dissociation. Botanical Gaz. Chicago XXII. 1896.
Klemperer: Klinische Diagnostik. Berlin 1900.
Knauthe: Einwirkung der Mineralstoffe der Nahrung auf den Stoffumsatz. Pflügers Archiv. Bd. 73.
Knöpfelmacher: Verhalten d. rot. Bltutkörp. b. Neugeb., m. Rücks. auf d. Ikterus neonat. Wien. klin. Wochenschr. 1896.
König: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. 1900.
Koeppe: I. Physikalische Chemie in der Medizin etc. Wien 1900.
II. Über Osmose. Deutsche med. Wochenschr. 1895, ferner 1897.
III. Die physikalisch-chemische Analyse der Mineralwässer. Arch. f. Balneotherap. u. Hydrotherapie. Halle a. S. 1898.
IV. Ausblicke auf d. Gebiete der physiologischen Forschung. Deutsche med. Wochenschr. 1897.
V. Bedeutung der Salze als Nahrungsmittel. Giessen. J. Ricker. 1896.
VI. Reines Wasser, seine Giftwirkung u. s. Vorkommen i. d. Natur. Deutsche med. Wochenschr. XXXIX. 1898.
VII. Die physikal.-chem. Analyse d. Liebensteiner Stahlwass. Marhold. Halle a. S. 1900.
VIII. Ueb. d. osmot. Druck des Blutplasmas u. d. Bildung der Salzsäure im Magen. Archiv. f. d. ges. Physiol. LXII. p. 567 und LXIII. p. 86. 1896.
IX. Eine neue Methode zur Bestimmung isosmotischer Lösungen. Zeitschr. f. physikal. Chem. XVI. 1895.
X. Ueb. d. Quellungsgrad der rot. Blutscheiben in äquimolek. Salzlös. u. üb. d. osmot. Druck des Blutplasmas. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1895.
XI. Physiolog. Kochsalzlös. Isotonie, osmot. Druck. Archiv f. d. ges. Physiol. LXV p. 492. 1897.
XII. Der osmot. Druck als Ursache des Stoffaustausches zw. rot. Blutkörp. und Salzlös. Archiv f. d. ges. Physiol. LXVII p. 189. 1897.
XIII. Die Vol.-änd. roter Blutscheiben in Salzlös. Archiv f. Anat. und Physiol. p. 504. 1899.

Koeppe: XIV. Unters. üb. d. Salzgehalt der Frauen- u. Kuhmilch. Jahrb. f. Kinderheilkunde. 1898.
XV. Zur Kryoskopie des Harns. Berl. klin. Woch.-schr. XXVIII. 1901.

Kövesi: Beitr. z. Lehre der Resorpt. im Dünndarm. Zentralblatt f. Physiologie XI. 18 u. 19. 1897.

Kövesi: Üb. d. Bestrebungen a. d. Gebiete der Nierendiagnostik. Ungar. med. Presse XVI. 1901.

Kövesi: D. Bedeut. des osmot. Druckes in d. prakt. Med. Deutsche Ärztezeit. Hft. IX. 1900.

Kövesi-Róth-Schulz: Üb. Störungen der wassersecernierenden Thätigkeit der diffus erkrankten Nieren. Berl. klin. Wochenschr. XV. 1900.

Kövesi-Surányi: Beitr. z. Haematologie d. Niereninsufficienz. Georgi. Berlin. 1901.

Kohlrausch: Üb. d. Leitungsvermögen einiger Elektrolyte etc. Annal. d. Physik u. Chemie XXVI. 1885.

Kohlrausch-Holborn: Idem. Leipzig 1898.

Kohn (R.): Studien u. Versuche üb. physiolog. Elektrochemie. Knapp. Halle a. S. 1899.

v. Korányi (A.): I. Physiologische und klinische Untersuchungen über den osmotischen Druck tierischer Flüssigkeiten. Zeitschr. f. klin. Medizin Band 33 und 34.
II. Zur diagnostischen Bedeutung einiger pathologischer Eigenschaften des Blutes und des Harnes. Orvosi hetilap. Mai 1896.
III. Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie der Harnabsonderung. Ungar. Archiv f. Medizin.
IV. Einfluss der Muskelarbeit auf die Harnsekretion. Magyar orv. Arch. IV, 5 und III, 3.
V. Neue Methode zur Frühdiagnose der Inkompensation und zur Untersuchung der Akkomodationsfähigkeit des Herzens bei Herzkranken. Orvosi hetilap I, II, ferner XXXIX, XL.
VI. Zur Theorie der Harnabsonderung. Zentralblatt für Physiologie. 3. November.
VII. Unters. üb. d. Thät. der harnbereit. Organe. Magyar orvosi Archivum. III. 3. (6. Juni) 1894.
VIII. Üb. d. Regelung der Harnbeschaffenheit auf Grund v. Unters. am hungernden Menschen. Orvosi hetilap. XXXIX, XL.
IX. Vom diagnost. Werte der Niereninsuff. Auf Grund klinischer Erfahrungen. Ungar. med. Presse. XIII—XV. 1898.
X. Üb. d. Bedeut. d. Kost bei der Diagnose der Niereninsuffic. auf Grund der Gefrierp.-Erniedr. des Blutes. Berl. klin. Woch.-schr. V. 1899.
XI. Beitr. z. Theorie u. Therap. der Niereninsuffic. m.

bes. Berücks. der Wirkung des Curare bei ders. Berl. klin. Woch.-schr. XXXVI. 1899.

XII. Beitr. z. Diagnose der chirurgischen Nierenkrankheiten. Monatsberichte auf d. Gebiete der Krankh. d. Harn- u. Sexualapparate. IV, 1. 1899.

XIII. Kasuistische Beiträge z. Lehre der Niereninsufficienz. Ungar. med. Presse. XIII—XV 1899.

XIV. Zur Methodik der funktionellen Nierendiagnostik. Centralbl. f. d. Krankheiten der Harn- u. Sexualorgane. XI. 10. 1900.

XV. Z. Diskussion üb. d. wissenschaftliche Begründung der klin. Kryoskopie. Berl. klin. Wochenschr. XLVIII. 1901.

XVI. Klin. Anwendungen der Kryoskopie. Zikels Lehrb. d. Osmologie. Berlin 1902. Fischer.

v. Korányi-Fisch: Zur Physiologie der Harnabsonderung. Zentralblatt für die medizinischen Wissenschaften No. 26.

v. Korányi-Sándor: Ar állati follyadékok osmosis etc. Budapest 1896.

Kossel: Zeitschrift für physiologische Chemie II und III.

v. Kostkewicz: Die Gefrierp.-Erniedr. der verschied. Mineralwässer im Vergl. z. derj. des Blutes. Therapeut. Monatshefte. XI. Nov. 1899.

Kovács: Über die Wirkung von Oxygen-Inhalationen bei der Cyanose etc. Orvosi hetilap. Mai und Juni 1896.

Kovács: Az anämia befolyása a vese müködésére. Orv. hetil. XXIX—XXXI. 1896.

Krönig-Füth: Vergleichende Unters. üb. den osmotischen Druck im mütterlichen und kindlichen Blute. Mon.-schr. f. Geburtshülfe u. Gynäk. XIII. p. 1. 1901.

Kümmell: Praktische Erfahrungen üb. Diagnose und Therapie der Nierenkrankheiten. Archiv f. klinische Chirurgie LXIV Hft. 3. 1901.

Kümmell: Die Feststell. d. Funktionsfähigkeit d. Nieren vor operativen Eingriffen. Centralbl. f. Chirurgie. XXVIII. 1900.

Kümmell: Deutsches Archiv f. klin. Chirurg. LXI p. 690 und Münchener med. Wochenschr. XLIV. 1900.

Küster: D. Bedeut. der physikal. Chemie f. and. Wissenschaften.

Landerer: Allgemeine chirurgische Pathologie und Therapie. Berlin 1900.

Landerer: Die Gewebsspannung. Leipzig 1884.

Landois: Physiologie. Wien 1900.

Lang: Elektrolytische Behandlung einiger Dermatosen. Wien 1891.

Lazarus-Barlow: Journ. of Physiolog. 1896.

Leathes-Starling: On the Absorption of Salt Solutions from the Pleural Cavities. Journ. of. Physiolog. XVIII p. 106. 1895.

Le Blanc: Lehrb. d. Elektrochemie. Leiner. Leipzig.

Lécann: Études chimiques sur le sang humain. These 1837.

Lehmann: Lehrbuch der physiologischen Chemie. 1852.
v. Leyden: Die Tabes dorsualis. Urban & Schwarzenberg. Berlin 1901.
Liebermeister: Grundriss der inneren Medizin.
Liebig: Untersuchungen über einige Ursachen der Säftebewegung im tier. Organism. Vieweg & Sohn. Braunschweig. 1848.
v. Limbeck: I. Über die diuretische Wirkung der Salze. Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmak. XXV. p. 39, 64. 1889.
II. Einfluss des respiratorischen Gaswechsels auf die roten Blutscheiben. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 35. p. 309. 1895.
III. Klinische Pathologie des Blutes. Jena 1896.
IV. Über die Art der Giftwirk. der chlorsauren Salze. Archiv f. exp. Path. u. Pharm. XXVI. p. 39. 1889.
V. Klinische Beobachtungen üb. d. Resistenz der roten Blutkörp. u. d. Isotonieverhältn. des Blutserums bei Krankheiten. Prager med. Wochenschr. XXVIII bis XXIX. 1890.
Lindemann: Die Konzentration des Harnes und Blutes bei Nierenkrankheiten. Naumburg 1899.
Litten: Die Krankheiten der Milz und die hämorrhagische Diathese. Wien 1900.
Loeb (J.): Physiolog. Unters. üb. Jonenwirkungen. Versuche am Muskel. Archiv. f. d. ges. Physiolog. LXIX p. 1. 1898.
Loeb: II. Veruche mit organ. Säuren. III. Erklär. d. scheinbaren Abweichungen im Verhalten lebender Gebilde von der van't Hoff'schen Theorie des osmotischen Druckes. Zur Theorie des Oedems. Ibid. LXXI p. 457. 1898.
Loeb: Üb. d. Ähnl. der Flüss.-resorption in Muskeln etc. Ibid. LXXV. 1899.
Loeb (W): Ueber Molekulargewichtsbest. v. in Wasser lösl. Subst. mittelst der rot. Blutkörp. Zeitschr. f. physikal. Chem. XIV p. 424.
Loewy: Unters. z. Alkalescenz d. Blutes. Pflügers Archiv LVIII, p. 462.
Ludwig: Ueb. d. endosmot. Aequivalente u. Theorie. Zeitschr. f. rationelle Med. VIII p. 1. 1849.
Luepke: Grundzüge der wissenschaftl. Elektrochem. Springer, Berlin.
Lukjanow: Vorlesungen über die allgemeine Pathologie des Gefässsystems. Leipzig 1884.

Magnus: Ueb. einige Erscheinungen der Kapillarität. Pogg. Annal. X p. 153. 1827.
Maillard: De l'intervention des ions dans les phénomènes biologiques. Journ. de Physiolog. I, 4.
Manca: Influence de la fatigne musculaire sur la résistance des globules rouges. Influence de la cocaïne sur la résistance des globules rouges. Arch. ital. de Biolog. XXIII. 1895.
Manca: Intorno alla progressiva diminuzione della resistenza del

sangue dopo la sua estrazione dall' organismo. Archiv. ital. di clinica medica 1896.
Maquenne: Sur la pression osmot. d. l. graines germées. Compt.-rend. CXXIII p. 898. 1896.
Maquenne: Sur l. poids moléculaires moyen de la matière soluble d. l. graines en germination. Id. CXXV p. 576. 1897.
Martius-Lubarsch: Achylia gastrica, Wien 1879.
Massart: Sensibilité des organismes à la concentration des solutions salines. Arch. de Biol. pag. 515.
Matteuci-Cima: Mémoire sur l'endosmose. Annal. de Chim. T. XIII p. 63, 1845.
v. Mering: Lehrbuch der inneren Medizin. 1901.
Meissner: Kataphorese u. ihre Bedeut. f. d. Therapie. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1899.
Michaelis: Einführung in d. allg. Chem. u. d. physikal.-chemischen Operationen. Braunschweig.
Michaelis (M): Ueber Sauerstofftherapie. Wiesbaden. J. F. Bergmann.
v. Moraczewski: Stoffwechselversuch bei Diabetes mellit. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 34. 1898.
Móricz: Über die Nierenthätigkeit bei Diabetes. Magyar orvosi Arch. III 3.
Munk: Diffusion. Eulenburgs Real-Encyclopädie.
Munk: Ueber Resorptionswege des Nahrungseiweiss. Centralbl. f. Physiolog. XI 19. 1897.

Nägeli: Endosmose und Exosmose der Pflanzenzelle etc. Pflanzenphysiol. Untersuchungen Heft I 1855.
Nagelschmidt: Ueber alimentäre Beeinflussung des osmot. Druckes etc. Zeitschr. f. klin. Med. XLII, 3 u. 4. 1901.
Nernst: Theoretische Chemie. Stuttgart 1893.
Nernst-Hesse: Siede- und Schmelzpunkt, ihre Theorie u. prakt. Verwert. Braunschweig 1893.
Neumeister: Lehrb. d. physiolog. Chemie. Jena 1895.
Nollet: Hist. de l'Acad. roy. des Sc. 1748.
v. Noorden: Lehrbuch der Pathologie des Stoffwechsels. Berlin 1893.
v. Noorden: Die Bleichsucht. Nothnagels Handbuch. 1897.
Nothnagel: Path. u. Therapie.

Oker-Blom: Beitrag zur Feststellung einer physikalisch-chemischen Grundlage der elektro-medikamentösen Behandlung. Helsingfors 1896.
Oker-Blom: Tierische Säfte in chemisch-physikalischer Beziehung. Pflügers Archiv. LXXIX p. 111, 510 und LXXXI p. 167. 1901.
Oker-Blom: Die Resorptions- und Sekretionsvorgänge im allgem. Pflügers Archiv. LXXXV p. 543.
Orlow: Resorption in der Bauchhöhle. Arch. f. d. ges. Physiol. 59. p. 170. 1895.
Ostwald: Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie.

Leipzig, Engelmann.
Ostwald: Lehrbuch der allg. Chemie. 2 Bde. Leipzig, Engelmann.
Ostwald: Ueb. d. Dissociationstheorie der Elektrolyte. Zeitschr. f. physikal. Chem. II 270. 1888.
Ostwald: Handbuch zur Ausführung physikal.-chem. Messungen. Leipzig 1893.
Overton: Über die osmotischen Eigenschaften der Zelle und ihre Bedeutung für die Toxikologie und Pharmakologie. Naturforsch.-Gesellsch. Zürich 1896. 41 p. 383.

Parrot: Grundriss der theoretischen Physik. Riga 1811.
Parrot: Abhandl. Gilbert's Annal. d. Physik. p. 245. 1815.
Parrot: Z. Geschichte der Endosmose. Pogg. Annal. LXVI. 1845.
Pascheles: Quellungsvorgänge. Arch. f. d. ges. Physiol. 67, 1897 und 71, 1898.
Pascheles: Über Quellungsvorgänge und ihre biologische Bedeutung. Wiener klin. Wochenschrift 1898.
Paul: Die Bedeut. der Jonentheorie f. d. physiologische Chemie. Tübingen. F. Pietzcker. 1901.
Paul-Krönig: Die chemischen Grundlagen der Lehre von d. Desinfektion. Zeitschr. f. physikal. Chemie XXI und Zeitschr. f. Hygiene u. Infekt.-Krankh. XXV. 1897.
Pauli: Über physikalisch-chemische Methoden und Probleme in der Medizin. Wien 1900. Perles.
Pauli: Die physikalischen Zustandsänderungen der Eiweisskörper. Arch. f. d. ges. Physiol. 78. 1899.
Pawlow: D. Arbeit. d. Verdauungsdrüsen. Wiesbaden. J. F. Bergmann.
Pentzoldt-Stintzing: Handbuch der speziellen Therapie.
Pfeffer: Osmotische Untersuchungen. Leipzig 1877.
Pfeiffer-Sommer: Üb. d. Resorpt. wässriger Salzlös. aus d. menschl. Magen unter physiolog. u. patholog. Verhältnissen. Archiv f. experim. Pathologie. XLIII, 1899. p. 93.
Poisson: Note sur les effets, qui peuvent être produits par la capillarité et l'affinité des substances hétérogènes. Annal. de Chim. et de phys. T. 35. 1827.
Poisson: Pogg. Annal. XI. p. 134. 1827.
Posnér: Katheterfieber. Deutsche Klinik. Lief. XVI Bd. X.
Pringsheim: Unters. üb. d. Bau u. d. Bildung der Pflanzenzelle. 1834.

Raspe: Üb. d. Angabe der Mineralwass.-Analys. in Form von Jonen. Zeitschr. f. CO_2-Industrie. 1896.
v. Recklinghausen: Allgemeine Pathologie des Kreislaufs und der Ernährung. Deutsche Chir. Bd. 2 und 3. Stuttgart 1883.
Richter: I. Nierendiagnostik. Deutsche Klinik, Lief. XX Bd. IV.
II. Neuere Fortschritte der Nierendiagnostik u. ihre Bedeut. für die Therapie. Urban & Schwarzenberg. Berlin 1901.
III. Bezieh. zw. Nieren und Glycosurie. Zeitschr. f. klin. Med. XLI.

IV. Experim. üb. d. Aderlass bei Urämie. Berl. klin. Woch.-schr. VII. 1900.

Richter-Posner-Kolle: Der Stand der Diagnostik des Harns und der Harnkrankheiten. Zeitschr.: D. Ausbau im diagn. Apparate der klin. Med. 1901.

Richter-Roth: Experimentelle Beiträge zur Frage der Niereninsufficienz. Berl. klin. Woch.-schr. XXX. 1899.

Rosemann: Üb. d. Wert d. Brunnenanalysen. Therap. Mon.-hft. Dec. 1896.

Rosenbach: Pathologie und Therapie der Herzkrankheiten. Berlin 1900.

Rosenstein: Pathologie u. Therapie d. Nierenkrankheiten. Berlin 1894.

Roth: Osmotische Ausgleichsvorgänge im Organismus. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1898 p. 541.

Roth: Elektr. Leitfähigkeit tierischer Flüssigkeiten. Beiträge zur Kenntnis der molekularen Konzentrationsverhältnisse derselben. Virchows Archiv 1854. p. 466.

Roth: Üb. d. Permeabilität der Kapillarwand etc. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiologische Abteilung. p. 416. 1899.

Roth-Strauss: Mechanismus der Resorption und Sekretion im menschlichen Magen. Zeitschr. f. klin. Medizin Bd. XXXVII. 1899.

Rumpel: Beitr. klin. Chirurgie. XXIX Hft. 3. 1901.

Salkowski: Praktikum der physiol. u. patholog. Chemie.

Schenck: Physiologische Charakteristik der Zelle. Marburg.

Scherk: D. Wirk. d. Mineralwassertrinkkuren in ihrer Bezieh. zur Fermentbildung und Jonenspaltung. Archiv f. Balneotherapie u. Hydrotherapie 1897.

Scheurlen: Die Bedeut. des Molekularzustandes der wassergelösten Desinfektionsmittel für ihren Wirkungswert. Archiv f. exper. Path. u. Pharm. XXXII, p. 456. 1893.

Scheurlen: Zur Kenntnis unserer Desinfectionsmethoden. Münchener med. Wochenschrift 1897.

Scheurlen-Spiro: Die gesetzmäss. Bezieh. zw. Lösungsmittel u. Wirkungswert der Desinfektionsmittel. Münch. med. Wochenschr. 1897.

Senator: Üb. Transsudation etc. Virchows Archiv CXL. p. 219.

Senator: Discussion. Verein f. inn. Med. 23. Mai 1892.

Senator: Nierenkrankheiten. Nothnagels spec. Patholog. 1896.

Senator: (M.) Beiträge zur Lehre vom osmotischen Druck tier. Flüss. Deutsche med. Wochenschrift 1900.

Sjöqvist: Physiol.-chem. Beobacht. üb. Salzsäure. Skand. Archiv f. Physiol. V. 1895.

Sjöqvist: Einige Bemerk. üb. Salzsäurebestimm. im Mageninhalt.

Société d'hydrologie médicale de Paris. Discussion sur la théorie des sels dissociés en ions. Gazette des eaux. Nr. 2089. 1899.

Soemmering: Üb. d. Verlust. d. Weingeistes durch tier. Häute und Kautschuk. München 1811.

Sollmann: Üb. d. Verteil. intravenös eingeführter Chlornatrium- u. Natriumsulfat-Lös. Archiv f. exper. Path. XLVI. p. 1. 1901.

Spiro: Die Wirk. artefizieller Bluteindickung. Archiv f. exper. Pharmak. XLI. p. 148.
Spiro: Üb. physikal. u. physiolog. Selektion. Strassburg 1897.
Spiro-Bruns: Z. Theorie der Desinfektion. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. XLI. 1899.
Spiro-Pemsel: Üb. Basen u. Säurecapacität des Blutes u. der Eiweisskörper. Zeitschr. f. physiolog. Chemie XXVI 1898.
Starling: The glomular funktions of the kidney. Journ. of Physiol. XXIV p. 317.
Starling: On the mode of action of lymphagognes. Journ. of Physiol. XVII p. 30. 1894.
Starling: Formation of lymph. Ibid. p. 267. 1894.
Starling-Leathes: On the Absorpt. of Salt Solut. from the Pleural Carities. Journ. of. Physiology. 1895. May.
Starling-Tubby: On absorption from and secretion into the serous cavities. Journ. of Physiol. XVI. 1894.
Steward: The behaviour of the haemoglobin and electrolytes of the coloured corpuscles when blood is laked.
Strauss: I. Üb. Bezieh. der Gefrierpunktserniedr. v. Mineralwässern z. Motilität u. Sekretion im Magen, Therap. Monatsschrift XI. 1899.
II. Die chronischen Nierenentzündungen in ihrer Einwirkung auf die Blutflüssigkeit und deren Behandlung. Berlin 1902.
III. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 42, Hft. 3, 4.
IV. Zur Funktion des Magens. Verhandl. des XVIII. Congr. f. inn. Med.
V. Üb. d. spez. Gewicht u. d. Gehalt des Mageninhaltes an rechtsdrehender Subst. Zeitschr. f. klin. Medizin XXIX 3 u. 4.
VI. Üb. d. molekulare Konzentration des Schweisses. Fortschritte der Med. XIX. 21, 1901.
VII. Grundsätze der Diätbehandlung Magenkranker. Würzburger Abhandl. I 12. 1901.
Strauss-Rohnstein: Die Blutzusammensetzung bei den verschiedenen Anämien. Berlin 1901.
Strauss-Wolff: Üb. d. hämolyt. Verh. seröser Flüss. der Med. XX. 1. 1902.

Tammann: Die Thätigkeit der Niere im Lichte der Theorie des osmotischen Druckes. Zeitschr. f. physikal. Chemie XX. p. 180. 1896.
Tammann: Bemerk. z. d. Versuchen v. Hasse üb. d. Erhalt. der Reizbarkeit v. Froschmuskeln in Salzlös. Pflügers Archiv.
Tangl-Bugarsky: Physikal.-chem. Unters. üb. d. molekularen Konzentrationsverhältnisse des Blutserums. Pflügers Archiv LXXII. p. 531. 1898.
Tauszk: Über die relat. Menge der Harnbestandteile in ihrer Bezieh. z. Gefrierpunkte d. Harns. Magyar orv. Arch. III. Juni.

Tereg: Üb. d. Abh. des elektr. Leitwiderstandes der Bestandteile des Tierkörpers v. d. Temperat. Archiv f. Anat. u. Physiol. p. 288. 1899.

v. Thau: D. chem. Constitution d. Mineralwäss. u. d. Vergleich ders. Tschermak's mineralog. u. petrograph. Mitteil. N. F. XI. 1890.

Tigerstedt: Lehrb. d. Physiologie.

Traube: Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1867. S. 87.

Traube: Über den Zusammenhang von Herz- und Nierenkrankheiten. Berlin 1856.

Traube: Niederschlagsmembranen etc. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1867.

Traube (M): Experimente z. Theorie der Zellenbildung und Endosmose. Archiv f. Anat. u. Physiol. p. 87. 1867.

Treadwell: Chemische Untersuchung der Thermalquellen Pfäfers. Ragatz 1895.

Treadwell: Chem. Unters. d. Schwefeltherme v. Baden. Aarau 1897.

Treadwell: Chem. Unters. d. Heilquellen v. Passugg bei Chur. Zürich 1898.

Tschagowetz: Anwendung der elektrolyt. Dissoc.-theorie von Arrhenius auf d. elektr. Erscheinungen in lebenden Geweben. Journ. d. russischen physik-chem. Gesellschaft. 28.

Urcelay: De la résistance des globules rouges. Thèse. Paris 1895.

Van 't Hoff: Die Rolle des osmotischen Druckes in der Analogie zw. Lösungen und Gasen. Zeitschr. für phys. Chem. 1887. p. 481.

Van 't Hoff: Theorie der Lösungen. 1887.

Van t' Hoff: Die zunehmende Bedeut. der anorgan. Chem. Leipzig, Voss 1898.

Vierordt: I. Bericht üb. die bisherigen, die Endosmose betreff. Unters. Archiv f. physiologische Heilkunde (Roser-Wunderlich) V p. 479. 1846.
II. Physik des organischen Stoffwechsels. Ibid. VI. p. 651. 1847.
III. Beschreibung eines verbesserten Endosmometers. Pogg. Annal. LXXIII, p. 519. 1848.

Viola: Alcune note intorno alla isotonia dei corpuscoli rossi. Gaz. d. Osped. e delle Cliniche 1894.

Viola-Jona: Recherch. expér. sur quelques altérations du sang après l. saignée. Arch. d. Physiol. 1895.

Waldvogel: Klinisches u. Experimentelles z. Nierendiagnostik. Archiv f. experim. Path. u. Pharmakologie.

Wallace-Cushny: Über Darmresorption u. salinische Abführ.-mittel. Pflüg. Archiv LXXVII. p. 202. 1899.

Wesener: Über Koeppes Theorie der Salzsäurebildung im Magen. Ibid. p. 383.

White-Martin: Surgical Diseases of the Kidneys.

Wiedemann-Ebert: Physikalisches Praktikum mit bes. Berücks. der phys.-chemischen Methoden. II. Aufl.

Willerding: Hamburger's Blutkörperchenmethode in ihren Bezieh. z. d. Gesetzen des osmot. Druckes. Giessen 1897.

Winter: I. Equilibre moleculaire des humeurs etc. Arch. de Physiol. 1896 Janvier, Avril.
II. Sur la concentration moléculaire des liquides de l'organisme. Archiv d. Physiolog. Janvier 1896.
III. Constance de point de congélation de quelques liquides de l'organisme. Application à l'analyse du lait. Compt.-rend. p. 696. 1895.
IV. Du point de congélation du lait. Compt.-rend. CXXIII p. 1298. 1896.

v. Wittich: Archiv f. Anat. u. Physiolog. 56.

Wladimiroff: Ueb. d. Verhalten bewegl. Bakterien in Lösungen von Neutralsalzen. Archiv f. Hygiene p. 89.

Wolff: Die Nierenresektion und ihre Folgen. Berlin 1900.

Wundt: Handbuch der medizinischen Physik. Verlag von Enke, Erlangen.

Yalesky: Untersuchungen über den urämischen Prozess. Tübingen 1865.

Yvon: Du dosage de l'urée dans le sang.

Zikel: Eine neue therapeutische Methode bei Rückenmarkskrankheiten. Fischers Verlag. Berlin 1902.

Zikel: Lehrbuch d. Osmologie als funktionelle Pathologie u. Therapie. Jubiläumsschrift. Fischers Hofbuchh. Berlin W, 1902.

Zuntz: Physiologie der Blutgase und des respirator. Gaswechsels in Herrmanns Physiologie 1882.

Autoren- und Sachregister.

A. 142, 215.
a. 212, 306.
a_1. 212.
α 329.
$\alpha:\varphi$ 329.
$\alpha:\eta$ 329.
Abbau von Körpereiweiss 104.
Absolute Arbeitsleistung 142.
Absolute Temperatur 28.
Absonderungsreiz 46, 47.
Absorptionscoefficient 279.
Absorptionsgeschwindigkeit 274, 280.
Absorptionslehre. Praktische Fragen 343.
Absorptionsmenge der Kohlensäure 280.
Absorptiometrie 279.
Acetonämie 190.
Achloride 267.
Acidität 356.
Aderlass 69, 166, 195, 355.
Adipositas 208.
Adipositas cordis 153.
Aequimolekular 27.
Aequimolekulare Lösungen 327.
Affanassiew 112.
Akkomodationsfähigkeit 132.
Aktinomykosis 115.
Aktive Moleküle 36.
Aktivitätshypertrophie 91.
Albitzky 121.
Albarran 167, 169, 331, 378.
Albu 166, 358.
Albuminurie 160.
Albumosen 105.
Alkalescenz 186, 356.
Alkalien 36, 317.
Allotrope Strukturänderung 57.
Aluminium aceticum 67.
Ammoniak 104.
Ammoniaemie 190.
Ammonium-Jonen 44.
Amylnitrit-Inhalationen 381.
Amyloidniere 173.
Anaemie 4, 85, 200.
Angiocholitis 104.
Angström 281.
Anion 34.
Anode 36, 317.
Anthrax 115.
Anurie 111.
Anziehung 32, 58.
Aorten-Aneurysma 154.
Aorteninsufficienz 152.
Aortenstenose 153.
Aphthenseuche 115.
Aräometer 22.
Arbeit 91, 383.
Arbeitseffekt 133.
Arrhenius 288.
Arsenvergiftung 78.
Arterielles Blut 329.
Arterienkrampf 102.
Arteriosklerose 153.
Arthritis urica 207.
Asthma 123, 124.
Asthma herpeticum 124.
Atemgrösse 103.
Atmung 103.

Attraktion 32, 58.
Auslaugewasser 48.
Auswanderungsgeschwindigkeit 277.
Avogadro 287.

B 81, 109, 126.
b 85, 106, 116.
β 279.
Balthasar 167, 169.
Bardier 299.
Basen 36, 317.
Beckmann-Apparat 348.
Bedingungsreihe 320.
Behring 197.
Beilsteins Osmose-Apparat 369.
Béla Harkányi 271.
Belegzellen 31.
Bernard 72.
Bert 357.
Bestimmung 49, 54.
v. Bibra 139.
Biernacki 167, 168, 195, 197.
Bilirubin 189.
Billroth 102.
Black 326.
Blagdens Gesetz 75, 285, 344.
Blutbewegung 84.
Blutentziehung 13, 61.
Blutkörperchen 31.
Blutgifte 72.
Blutkrankheiten 81, 186.
Blutdruck 103.
Blutplasma 56.
Bluntuntersuchungen 229, 257.
Blutserum 42, 83.
Blutserumfunktion 157.
Böhm 78.
Boettcher 192.
Bock 282.
Boekmann 193.
Böttger 217.
Bohr 282.
Borelli 132.
Borrel 339.
Bouchard 358.
Bousquet 378.
Boyle-Mariottesches Gesetz 29, 287.
Bowman-Heidenhains Theorie 347.
Bratol 195.
Bresol 191.
Brightsche Krankheit 162.
Bromkalium 72.
Bromnatrium 72.
Bronchialasthma 124.
Bronchiektasie 125.
Bronchitis 124. Cf. Correctur.
Brücke 57, 74.
Brunner 364.
Buchner 197.
Bulginsky 364.
Buligin 365.
Bunge 191, 196.
Burkhardt 195.

C 133.
c 85, 111, 133, 144.
c_1 306.
Cl = Chlor 35, 36, 46.
Cachexie 85, 103.
Cantani 191, 207.
Carius 280.
Casper 181.
Casper & Richter 88, 92, 168, 169, 170, 173, 202, 203, 270, 294, 299, 301, 309, 331, 334, 378.
Casper's Ureterenkatheterismus 88, 92, 181, 330.
Cellularpathologie, osmologische 48.
Chemische Affinität 58.
Chemische Arbeit 80.
Chemische Funktionsänderung 141, 144.
Chlorausscheidung 335, 353.
Chlorcalcium 47.
Chloride 104, 106, 109, 365.
Chlorkalium 42, 44.
Chlormangel 47.
Chlornatrium 42, 44, 46, 47, 299, 347.
Chlornatrium-Bestimmung (A. von Korányi) 300.
Chlornatrium-Gehalt des Blutes 122, 291.
Chlornatrium-Lösung 48.
Chlornatrium-Therapie 146. 166.

Chlorosis 203.
Chlorwasserstoffsäure 35.
Cholera 78, 110.
Chronische Dyskrasie 71.
Chronische Funktionsänderungen 116.
Chronische interstitielle Nephritis 170.
Chronische parenchymat. Nephritis 173.
Chylus 42.
Chymosin 102.
Chymus 45, 77, 79.
Claude 167, 169, 195.
Clausius 288.
Cohn, 363.
Cohnheim 102.
Colasanti 103.
Collodiumhaut 79.
Colloide 28, 56, 199, 372, 373.
Congestion 123.
Conrad 187.
Contraindicationen 70.
Coppets Gesetz 286, 327, 348.
Cor adiposum 153.
Curschmann 106.
Cyanose 1, 70, 110, 116.
Cystenniere 174.
Cystitis 180.
Cytoblasten 55.

Darmsaft 103.
Δ (Harn) 87, 212, 306, 351, 359.
Δ_1 (Exsudate etc.) 172.
Δ_S 110.
$\underline{|\Delta}$ 87, 141, 148.
δ (Blut) 202, 212.
d 85, 106, 111, 116.
Darmschleimhaut 78.
Darmzotte 77, 87.
Deichmüller 190.
Destilliertes Wasser 33, 38.
De Vries 27, 192, 358, 360.
Diabetes insipidus 207.
Diabetes mellitus 206.
Dialyse 28.
Diaphorese 102.
Dichte 104, 106, 284, 303.
Diazo 107.
Dieulafoy 203.
Differentialdiagnosen 107, 108, 109, 113, 176, 181, 202, 295.
Diffusion 28, 42.
Diffusionscoefficient 79.
Diffusionsgesetz 369.
Diffusionsgeschwindigkeit 52, 89, 199, 273, 275, 369.
Diffusionszeiten 371.
Diff. 214.
Diluationsfähigkeit 295.
Diphtherie 111.
Dissociation 30.
Dissociationscoefficient 42.
Dissociationsconstante 93, 147, 327, 359.
Dissociationsvorgänge 63.
Dissociations-Element 39.
Dittmar 280.
Diurese 292.
Diurese, molekulare 211, 342.
Dosierung 52.
Dreser 216, 349, 362, 366.
Drüse 46, 106.
Drüsenreizung 363.
Drüsenwandung 87.
Dubelir 191.
Du Bois-Reymond 139.
Ductus thoracicus 66.
Dutrochet 27, 28, 369, 372, 373.
Dynamometer 136.
Dysämie 186.
Dysenterie 111.
Dyspnoe 70, 103, 110, 116.

E 306.
e 306, 329.
e_1 85.
Eckhard 372.
Edelberg 102.
Ehrlich 188.
Eichhorst 78.
Einzelfunktion 88.
Einzelkatheterismus 88, 92, 181, 330.
Eiter 65.
Eiterkörperchen 55, 63.

Eitersauger 67.
Eiweiss 28, 42, 59, 78, 104, 107, 140, 273.
Eiweissabscheidung 342.
Eiweisskörper im Harn 358.
Eiweissmangel 59.
Eiweissspaltung 52, 353.
Elektion 73.
Elektive Zellthätigkeit 74.
Elektricitätsleiter 41.
Elektrische Attraktion 46.
Elektrische Leitfähigkeit 55.
Elektrolyt 35, 37.
Elektrolytische Dissociationsprozesse 34, 38.
Elektrolytische Dissociationstheorie 34.
Elektrochemische Therapie 316.
Elektromotorische Kräfte 41.
Elektrotherapeutische Grundregeln 317.
Elektrothermie 317.
Embolie 68, 123.
Emphysem cf. Correctur.
Empirische Interpolationsformel 284.
Empyem der Pleura 130.
Endocarditis 150.
Endosmose 27, 373.
Endosmotisches Äquivalent (Jolly) 78, 375.
Energie 55, 82.
Energieformeln 53.
Engelmann 319.
Ergostat 136, 382.
Ermüdung 73.
Ernährung 380.
Erysipel 113.
Erythrocyten 42, 43, 55, 62, 81, 116, 121, 124, 355.
Eutektische Mischung 302.
Ewald 156, 166.
Exkretion 85, 90.
Exosmose 27, 373.
Exosmotische Impermeabilität 49.
Exosmotische Permeabilität 44, 55.
Exsudat 60.
Extracellularsubstanz 45.
Extraktivstoffe 139.

F 94.
f 109, 129, 132, 212, 215, 270, 379.
f_1 85, 172, 384.
Faeces-Gefrierpunkt 362.
Fakultät 50, 72.
Fano 140.
Faradischer Strom 316.
Favre 283.
Febris exanthemica 114.
Feder 146.
Fernet 280.
Fett 78.
Fettige Degeneration 102.
Fettzerfall 104.
Fibrinferment 102.
Fick's Theorie 369.
Fieber 51, 82, 102, 106, 142, 143.
Fieberdyspnoe 123, 344.
Fieberharn 110.
Fisch 351.
Fleischer 334.
Flüssige Diät 156.
Flüssigkeitsketten 41.
Fox 358.
Fraenkel 121, 299, 357.
Frankenhäuser 317.
Frédéricque 299.
Freund 190, 191, 194.
Frey 357.
Friedländer 117.
Fürbinger 299.
Funktion 15, 30, 31, 41, 49, 53, 80, 83, 91.
Funktionelle Anpassung 15, 91, 111.
Funktionelle Diagnostik 377, 385.
Funktionelle Hyperämie 92.
Funktioneller Reiz 92.
Funktionsänderung 51, 83, 87, 92, 102, 130, 138.
Funktionsformeln 81.
Funktionslähmung 72.
Fusari 192.

G 142, 296, 306.
g 169, 212.
γ 364.
Galle, 103.

Galvanische Ströme 311.
Galvanotherapeutische Grundregeln 317.
Galvanotherapie 315.
Galvanothermie 317.
Garrod 207.
Gase 26.
Gastrohypertonische Lösung 155.
Gastrohypotonische Lösung 156.
Gastroisotonische Lösung 155.
Gay Lussac's Gesetz 28, 287.
Gefrierpunkt 87.
Gefrierpunktserniedrigung 288.
Gegenströmung 6.
Gelatinöse Lösungen 28.
Gelenkschwellungen 109.
Geppert 121, 357.
Gewebsanziehung 32, 58.
Gewebsernährung 76, 85.
Gewebsneubildungen 103.
Gewebsströmungen 76.
Gichttherapie 208.
Globulin 195.
Goldberg 358.
Goll 299.
Gottstein 187.
Graduelle Diagnostik 83, 93, 118, 375.
Gräber 191.
Graham 28, 78, 275, 277, 369, 371, 372, 373.
Graham's Gasröhren-Versuch 374.
Grammmolekel 26, 288.
Grawitz 202.
Grébaut 355.
Gregor 308.
Groeber 187.
Grothuss 34.
Grundregeln der Elektrotherapie 317.
Gürber 196, 197.
Guthrie 302.
Gw. 215.
Gymnastik 65.

H 35, 46.
h 214.
Haematurie 161.
Haemoglobin 102, 357.
Haemoglobinaemie 102, 161.
Haemoglobinurie 102, 161.
Haemokrit 44.
Haemorrhagische Diathese 204.
Haemorrhagische Nephritis 168.
Haemorrhagischer Infarkt 167.
Haeser's Coefficient 373.
Halbdurchlässige Wände 43.
Hallervorden 356.
Halliburton 139, 193.
Hamburger 17, 122, 192, 233, 329, 366.
Hammerschlag 102.
Harn 73, 85, 104, 106.
Harnabsonderung 88, 90.
Harnreaktion 356.
Harnsäure 106, 208.
Harnsolubilien 85.
Harnstoff 102, 104, 106, 121, 299, 347.
Hayem 193.
Harzer 78.
Hautanämie 102.
H Cl = Chlorwasserstoffsäure 35.
Hawksbee 364.
Heidenhain 77, 348.
v Helmholtz 34, 140.
Henle 55.
Henry 280, 282.
Henry-Dalton's Gesetz 29.
Hermann 139, 299.
Herter 117, 353.
Herzfunktion 103, 109, 199, 315, 361, 379, 385.
Herzfunktionsformel 137, 145, 315.
Herzkrankheiten 52, 379.
Herzrupturen 153.
Herztherapie 384.
Hesse 139.
Hildebrandt 102.
His 20, 208.
Histologische Individualität 191.
Histogene Immunität 339.
Histozym 102.
Hitzig 47.
Hoffmann 104, 162, 294.
Hofmeister 30.

Holländer 180.
Hongonnenq 195.
Hoppe-Seyler 72.
Horbaczewski 190.
Huefner 282.
Huels 192.
Huenefeld 192.
v. Humboldt 139.
Hundeblutserum 77.
Hungern 13.
Hydrolytische Dissociation 324.
Hydronephrose 177.
Hydropische Zustände 60, 61, 123.
Hydrostatischer Druck 73.
Hydrothorax 130.
Hydroxylion 46.
Hyperämie 65, 102.
Hypersthenurie 292.
Hypertonische Mineralwässer 157.
Hypotonische Mineralwässer 157.
Hyposmose 122, 195.
Hyposthenurie 202, 292.

I 327, 359.
I_1 93.
i 147.
Illyes 331.
Inaktive Moleküle 36.
Indican 107.
Infektion 70.
Infektionskrankheiten 102, 105.
Infiltration 61.
Influenza 108.
Inhalationstherapie 1, 70, 123, 204, 205, 357, 360, 379.
Injektionstherapie 200.
Innenthermometer 243.
Insolubilien 84.
Insufficienz 293, 377, 379.
Intensität 312.
Intensivstrom 317.
Intercellulare Substanzlösung 42.
Intercellularsubstanz 45, 55.
Interpolations-Methode 319.
Interpolationsreihe 320.
Interstitielle Kommunikationswege 42.
Interstitielle Nephritis 170.
Intracellulare Substanzlösung 42.
Intracellularsubstanz 56.
Intrathorakaler Druck 65.
Invertin 102.
Ionen 34, 56, 57, 65, 315.
Isotonische Mineralwässer 157.
Isotonie 26.

Jacob 136, 191.
v. Jaksch 110, 187, 188, 189, 190, 193, 195.
Jaquet 47.
Jodreaktion 56.
Jolly 369, 372, 375.
Jones 187.
Jurin 364.
Jurk 188.
Justesen 154.

K (= NaCl $^0/_0$ im Harn) 212, 214, 325.
k 214, 291, 325. (= NaCl $^0/_0$ im Blute).
$\varkappa$ 109, 214, 291, 325.
Kahn 43.
Kali 104.
Kaliumsulfat 42.
Kalkausscheidung 128.
Kapillardruck 316.
Kapillare Druckerhöhung 316.
Kapillare Druckentlastung 316.
Kapillarität 363.
Kapillaritätskonstante 364.
Katalyse 71.
Kataphorie 313.
Kathetometer 137.
Kation 34.
Katode 36, 317.
Kaul 12.
Kempner 12, 357.
Kieselsäure 28.
Kinetische Energie 38, 39, 50, 53.
Kinetische Theorie der Gase 32.
Klappenfehler 151.
Klicowicz 195.
Klinische Anwendungen der Kryoskopie 376.

Koch 111, 355.
Kochsalz 52, 78.
Kochsalzäquivalent 293, 327, 346.
Kochsalzgehalt des Blutes 105, 107.
Kochsalzinjektion 61, 70, 83.
Köhler 334.
Koeppe 6, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 46, 73, 155, 233, 277, 345.
Körpergewicht 2, 95, 379.
Kövesi 163, 169, 170, 175, 295, 379.
Kohlenoxydvergiftung 123.
Kohlensäure 102, 103.
Kohlrausch 325.
Kompensation 146.
Kompensationsstörung 379.
Komplementärfarben 25.
Kontraktionskonstante 297.
Konzentration 295.
Konzentrationsänderung 52.
Konzentrationsdifferenz 40, 274.
Kopp 319, 339.
Koppe 104.
v. Korányi 3, 8, 12, 19, 25, 52, 53, 88, 93, 100, 105, 107, 108, 109, 116, 120, 122, 126, 128, 129, 131, 152, 153, 161, 163, 164, 167, 169, 176, 202, 233, 264, 265, 271, 273, 285, 290, 291, 300, 326, 327, 328, 334, 335, 337, 341, 345, 349, 352, 353, 355, 360, 366, 376.
Kornblum 334.
Kossel 356.
Kossler 164.
v. Kostkewicz 6, 154, 156, 348,
Kovács 106, 122, 126, 379 cf. Correctur.
Krahl 105.
Krankheiten der Atmungsorgane. 116.
Krankheiten des Blutes 186.
Krankheiten der Harnorgane 157.
Krankheiten des Herzens 132.
Krankheiten des Nervensystems 185.
Krankheiten des Stoffwechsels 205.
Krankheiten des Verdauungstraktus 154.
Krankheitsphasen 83.
Kraus 104, 187, 191, 384.
Kreatinin 104.
Krehl 357.
Kritik des Pektoskopes 264.
Krönig 166.
Kryohydrat 382.
Kryoskopie 17, 105, 285, 300, 378.
Kryoskopische Blutuntersuchungen 229, 257.
Kryoskopische Technik 217.
Kryoskopische Versuchsfehler 5.
Kryoskopischer Vorversuch 223.
Krystalloide 28, 199, 274, 373.
Kühne 73, 140.
Kümmell 17, 20, 88, 164, 166, 331.
Künstliche Herzschlagbeschleunigung 145.
Künstliche Kältemischungen 301.
Kunk 112.
Kussmaul 112.

Laache 166.
l 101.
λ 000.
Labadie-Lagrave 204.
Labrazès 363.
Ladungsgrösse 35, 37.
Laennec 124.
Landois 140, 187, 192, 193, 198, 299.
Lassar 191.
Lauge 55.
Leben 72.
Lebende Kraft 72.
Leber 54, 73.
Lehmann 57.
Leim 28.
Lépine 191.
Lesser 198.
Lethale Funktionsänderung 93.
Leube 166, 364.
Leukämie 203.
Leukocyten 42, 55, 63.
v. Leyden 19, 52, 103, 104. 136.
Liebermeister 104. 156.
v. Liebig 139, 280, 356.

v. Limbeck 17, 88, 107, 108, 113, 122, 126, 168, 170, 188, 201, 203, 204, 329.
Lindemann 163, 164, 167, 169, 170, 176.
Loebisch 126, 356.
Lösung 26, 283.
Lösungsgemisch 29.
Loewit 193.
Loewy 103, 196, 354.
Lokale Giftwirkung 33.
Long 370.
Ludwig 73, 195, 299, 372.
Luftmantel-Regulierung des Pektoskopes 253.
Lukjanow 354.
Lunge 90.
Lungen-Abscess 127.
Lungen-Embolie 126.
Lungen-Emphysem 127.
Lungen-Gangraen 127.
Lungengymnastik 199.
Lungen-Infarkt 126.
Lungen-Oedem 127.
Lungen-Syphilis 127.
Lungen-Tuberkulose 128.
Lymphangitis 65.
Lymphbewegung 65.
Lymphdruckerniedrigung 68.
Lymphe 42, 66.
Lymphkörperchen 63.
Lymphocyten 55, 63.
Lymphspalten 42.
Lyssa 115.

M 54, 133, 147, 267, 359.
M — A = Milli-Ampères.
m (bei Korányi) = k
μ („ „) $\varkappa$
m 35, 86, 133.
Mackenzie 281.
Magendrüsen 47.
Magenfunktion 154.
Magensekret 155.
Magenwandzellen 46.
Malaria 105, 106, 108.
Maligne Nierentumoren 173.
Malleus 115.
Maly 43, 46, 191, 324.
Maly's Theorie 47, 340, 341.
Marchand 280.
Marignac 371.
Massenwirkung 47.
Matthes 105, 363.
Maxwell's Wärmetheorie 364.
Mayer 132.
Meissner 139.
Membran 27, 89, 372.
Membranologisches Verfahren 47.
Mendeljew 364.
Meningitis cerebro-spinalis epidemica 112.
v. Mering 45, 47, 98, 154, 195.
Metallsalze 28.
Methylalkohol 347.
Meyer 199, 280.
Michaelis 1, 52, 71, 239.
Milch 61.
Miliartuberkulose 110.
Milz 105.
Milzkrankheiten 204.
Mineralwässer 4, 157.
Mitchell 187.
Mitralinsufficienz 151.
Mitralstenose 152.
Moeller 283.
Molekel 290.
Molekül 34.
Molekularaustausch 75, 290.
Molekularbewegungen 74, 77.
Molekulare Arbeit 54.
Molekulare Diurese 291, 342.
Molekulare Durchdringung 23.
Molekulare Elektricitätsladung 34.
Molekularer Gefrierpunkt 288.
Molekulare Konzentration 105, 298, 362.
Molekulare Oligurie 293.
Molekulare Polyurie 293.
Molekulargewicht 29.
Molekulargewichtsbestimmungs-Apparat 217.
Monari 140.
Monti 112, 356.
v. Moraczewski 52, 146, 200, 203.
Morbilli 113.

Mordhorst 207.
v. Moritz 155, 167, 169.
Morphium 380, 381.
Morphiumvergiftung 123.
Morphologisches Gleichgewicht 91.
Mosen 192.
Motorische Mageninsufficienz 156.
Müller 189, 190, 358.
Munk 47.
Muskelarbeit 291.
Muskelfunktion 104, 133, 144.
Muskelfunktions-Formel 135.
Muskelfunktions-Tabelle 95.
Muskelkraft 134.
Muskellängsschnitt 41.
Muskelpol 40.
Muskelquerschnitt 41.
Muskelreizung 316.
Muskelstrom 38.
Muskelzuckung 41.
Mya 187.
Myocarditis 150, 153.

N 272.
N:Δ 272.
N:K 272.
n 213, 292.
Na 46.
NaCl. = Chlornatrium.
Nagelschmidt 112, 154.
Nahrungssalze 45.
Nasse 196.
Natron 42, 104.
Naunyn 103, 353.
Naunyn's Zuckertabelle 353.
Negative Schwankung des Muskelstromes 41.
Nencki 189.
Neoplasmen der Lunge 127.
Nephralgia 179.
Nephritis 78, 102, 167.
Nephrolithiasis 178.
Nernst 7.
Nervenkrankheiten 185.
Nervenfunktion 72, 94.
Neumann 192.
Neutrale Moleküle 36.
Niere 47, 58, 85, 87, 89 92, 105.
Nierenabscess 174.
Nierenfunktion 158 294.
Nierenparenchym 87.
Niereninsufficienz 162, 169, 181.
Nierensyphilis 174.
Nierenthätigkeit 293, 366.
Nierentuberkulose 176.
Nitroglycerinwirkung 381.
Nitze 175.
v. Noorden 207, 334.
Nordenskjöld 284.
Normale Rührhöhe 231.
Normalharn 13, 14, 349 351.
Nutritionsflüssigkeit 85.

O 147, 359.
Ω 81, 82.
$\underline{|\Omega}$ 83.
Oberflächenspannung 364.
Ohmsches Gesetz 312, 318.
Oligurie 111, 150.
Organ-Elektrode 65, 310, 313, 318.
Osmodiätetik 156.
Osmologie 1, 14, 18, 49, 52, 57, 74, 93, 304, 375.
Osmologie der Lösungen 374.
Osmologische Bedeutung des Quotienten f 267.
Osmologische Cellularpathologie 48.
Osmologische Differenz 131.
Osmologische Elektrotherapie 310.
Osmologische Funktionsänderung 199.
Osmologische Pathologie 96.
Osmologische Stöchiometrie 200, 265.
Osmologische Terminologie 265.
Osmopathologie des Blutes 201.
Osmose 368.
Osmotherapeutica 33, 52, 148, 200.
Osmotherapeutische Korrektion 147.
Osmotherapie der Blutkrankheiten 198, 199.
Osmotherapie der Herzkrankheiten 146.
Osmotherapie der Magenkrankheiten 156.

Osmotherapie der Stoffwechselkrankheiten 205.
Osmotisches Aequivalent 372.
Osmotische Arbeitsleistung normaler Nieren 362.
Osmotischer Druck 21, 34, 42, 53, 86, 122.
Osmotische Druckänderungen 30, 32, 35, 74.
Osmotische Energie 41.
Osmotische Gegenkraft 24.
Osmotisches Gleichgewicht 15.
Osmotischer Grundversuch 21.
Osmotischer Partialdruck 59, 74, 146.
Osmotische Prozesse 42.
Osmotische Spannkraft des Blutserums 366.
Osmotische Spannung 22, 53, 353.
Osmotische Spannungsänderung 52.
Osmotische Spannungsformel 147.
Osmotische Vorgänge im Organismus 41.
Ostwald 197, 285, 339, 369.
Otto 193.

P 81, 126, 285.
p 137, 147, 159, 212, 306, 359.
φ 212, 345, 359.
φ_1 213, 306.
Pagenstecher 280.
Panum 198.
Paranephritis 176.
Parenchymatöse Nephritis 168.
Partialdruck 29, 62, 78, 200.
Partialer Unterdruck 59.
Paroxysmale Tachycardie 154.
Passavaut 132.
Patella 8.
Pathologie 17, 96.
Pathologische Funktionsänderung 82, 159, 200.
Pathologische Milch 65.
Paul 20.
Peiper 187, 190, 191.
Pektoskop (Modernes Präzions-Kryoskop) 19, 96, 186, 235.
Pentzoldt 156, 357.
Pepsin 102.
Peptonurie 128.
Perls 138.
Pericarditis 153.
Permeabilität 43, 54.
Permeable Wände 30, 32.
Permeationsrichtung 54.
Pertussis 125.
Pest 110.
Pfeiffer 21, 26, 105, 155, 207.
Pflanzen-Mikroskopie 27.
Pflüger 103, 140.
Phloridzin-Methode 295, 334.
Phosphorsäure 323.
Phthisis 128.
Phosphorsäure 104.
Physiologische Eiterresorption 65.
Physiologischer Muskelstrom 41.
Pick 156, 188.
Plasmolyse Pringsheim 27, 30, 186, 358.
Plasmolytische Gesetze 359.
Pleuritis exsudativa und sicca 129.
Pneumonie 125. Cf. Correctur.
Pneumothorax 131.
Poehl 167 169.
Poisson 365.
Polyarthritis rheumatica 110.
Posner 150.
Potentielle Energie 38, 50, 53, 72.
Praktische Fragen aus der Absorptionslehre 343.
Presser 188.
Preyer 193.
Prinzip der Erhaltung der Energie 38.
Prognosenstellung 111, 126, 163, 203, 366.
Progressive Strukturänderung 57.
Protoplasma 43.
Protoplasmagift 33.
Prototypen 57.
Pseudohämoglobin 355.
Puls 82, 102.
Pulsaufzeichnungen 357.
Punktionsnadel nach Strauss 13.

Purpura 204.
Pyaemie 66, 69, 109.
Pyaemisches Fieber 103.
Pyelitis 174.
Pyelonephrosis 175.
Pyonephrosis 174, 178.
Pyretogenin 102.

Quecksilber 193.
q. 215, 364.
Quincke 189, 192, 365.
Quotient f. 267.

R 94.
r 101, 147.
r_1 215.
Randzellen 31.
Ranke 140.
Raoult 280, 289.
Reaktivwirkung 317.
Reale 90.
v Recklinghausen 103, 121, 193.
Regeczy 274.
Regressive Strukturänderung 57.
Reichmann 103.
Reinhardt 74.
Reizung 73.
Rekonvalescenz 103.
Relative Arbeitsgrösse 142.
Relative Hyperosmose 60.
Relative Hyposmose 59.
Relativer Kochsalzgehalt des Harnes 357.
Relative Oligochlorurie 292.
Relative Polychlorurie 293.
Remak 74, 312.
Ren mobilis 166.
Residualluft 355.
Resorption 45, 60, 84, 90, 352.
Resorptionsfieber 02.
Respirationsmuskeln 109.
Respiratorischer Quotient 103, 121.
Resultatreihe 320.
Reynard 104.
Richter 20, 173, 334.
Rieder 188.
Riegel 103, 156, 193.
Riegler 117.
Riess 5.
Ritter 334.
Riva Rocco 104.
Rogovin 1, 2, 357, 360.
Rohrzucker 347.
Rollett 192.
Romberg 109, 112.
Roscoe 280.
Rosenbach 150, 377.
Rote Blutkörperchen 42, 43, 55, 62, 81, 116, 121, 124, 355.
Roth 75, 155, 163, 170, 176, 295, 378.
Rotter 19.
Roussy 102.
Roux 91, 339.
Rubeola 114.
Rüdorff 286.
Rührgeschwindigkeit 227.
Rührhöhe 225.
Rührmechanismus des Pektoskopes 225.
Rumpel 108, 164.
Rumpf 111, 187.

S 306.
Sf 81, 126.
Σ 51.
Sadler 188.
Saft 168.
Säureabscheidung im Harn 347.
Säuren 36, 317, 369.
Salkowsky 104.
Salomon 208.
Salze 317, 369.
Salzsäure 35, 42.
Salzsäurebildung im Magen 45.
Salzsäure-Injektion 47.
Salze 36.
Samuel 102, 103, 104.
Sauerstoff 1, 81, 103, 106, 121, 198, 329, 343, 354, 357.
Sauerstoff - Durchleitung in vitro 105, 379.
Sauerstoff-Inhalation 204, 379.
Sauerstoff-Spannung 354, 355, 357.
Sauerstoff-Therapie 1, 70, 123, 205, 357, 360, 379.

Scarlatina 113.
Scharlachnephritis 113.
Schenk 195.
Schiff 284.
Schlossberger 139.
Schmelzwärme 326.
Schmidt 192, 196, 197.
Schmiedeberg 102, 356.
v. Schröder 187, 189.
Schröpfkopf 13.
v. Schrötter 19, 102, 156.
Schützenberger 355.
Schultze 55, 191.
Schulz 163, 170, 176, 295, 378.
Schwangerschafts-Nephritis 168.
Schweinsblase 78.
Schweiss 110, 172.
Schweiss-Gefrierpunkt 362.
Schweissdrüsen 47.
Severin John 282.
Schwimmblase 79.
Schwitzen 105.
Sczelkow 140.
Seegen 195.
Sekretion 84, 90, 299.
SekretorischeMageninsufficienz155.
Semipermeable Wände 30, 43.
Senator (H. und M.) 17, 103, 127, 163, 164, 167, 169, 180, 201, 207, 358.
Sepsis 109.
Septisches Fieber 102, 104,
Serumfunktion 84, 92.
Serumfunktions-Formel 85.
Setschenow 281.
Sieber 189.
Siegfried 137, 355.
Sigmund 56.
Skorbut 204.
Sobieranski 349.
Solubil 54.
Solubilien 84.
Sommer 20, 155.
Spannung 312.
Speichel-Gefrierpunkt 36.
Speichelsekretion 73, 103.
Spezifischer Dissociationscoefficient 347.
Spezifische Fakultät 55.
Spezifischer Gefrierpunkt 286, 288.
Spezifisches Gewicht 104, 106, 284, 303.
Spezifische Korrektionsfähigkeit 148.
Spezifische Membranstruktur 43, 46, 52, 54.
Spezifisches Molekularvolum 339.
Spezifische Reduktionserscheinungen der Organe 356.
Spezifische Struktur 54.
Spezifische Strukturänderung 57, 78.
Spezifisches Volumen 338.
Spezifische Zellfunktion 72.
Spezifische Zellsubstanzen 339.
Spezifische Zellwandstruktur 46, 71.
Spiegler 358.
Spreck 335.
Stadien der Sauerstoffwirkung 361.
v. Stark 192.
Starre Wand 364.
Stauungsharn 111, 150.
Stauungslunge 127.
Stauungsniere 167.
Stern 168, 169.
Stickstoff 105.
Stickstoffabscheidung der Nieren 334, 347.
Stickstoffgehalt der Achloride 353.
v. Stintzing 139.
Stoffverbrauch 103.
Stoffwechsel 378.
Stoffwechsel - Krankheiten 142, 204.
Stomata 42.
Strauss 13, 14, 17, 108, 110, 112, 126, 130, 154, 155, 156, 163, 164, 171, 172, 203, 362, 378.
Stromanschlussapparat 312.
Strömungsrichtung 27.
Strubell 165.
Strukturänderung 56, 88.
Stufenweise Dissociation 323.

Sufficienz 293.
Suggestion 312.
Surányi 169, 170.
van Swieten 156.
Systematik der Krankheiten 98.

T 142.
t 147.
Tk 212.
Tätowierung 66.
Tagesschwankungen des Harns 351.
Tassinari 187.
Tauszk 132, 347, 382.
Technik des Tierversuches 11.
Teilfunktion 51.
Temperatur 26. 199, 283, 364, 369.
Temperaturerniedrigung 51.
Teschemacher 207.
Tetanus 112.
Thayer 188.
Theoretische Osmologie 265.
Theorie der Albuminurie 366.
Theorie der Calorieen 247.
Theorie der Osmose 28.
Theorie der spezifischen Zellmembranstruktur 349.
Therapeutische Diagnostik 16, 31, 118, 120, 375.
Therapeutische Korrektion 147.
Thorpe 339.
Thrombose 68, 123.
Tierexperiment 9, 93.
Tiermembran 27.
Toxine 105.
Transsudat 172.
Traube 30.
Tricuspidalinsufficienz 153.
Trinkler 190.
Trockendiät 156.
Trophischer Reiz 92.
Truncus lymphaticus dexter 66.
Tschirjew 198.
Tuberculose der Harnblase 177.
Tuberculose der Lunge 128.
Tuberculose des Nierenbeckens 177.
Tuberculose des Ureters 177.
Tubuli contorti 349.
Tumas 188.
Typhus 103, 106, 108.

Ueberschmelzung 348.
u 215.
Unterernährung 60.
Untersuchungsglas des Pektoskopes. 239.
Untersuchungszelle.
Uraemie 162, 187.
Ureterenkatheterismus (Casper) 88, 92, 181, 330.
Urethritis 173.
Urogenitaltuberkulose 177.
Urologie 162.

V 93, 285.
V_4 306.
V_0 308.
V_t 306.
v 214.
Valson 365.
Van't Hoff 28, 287.
Van't Hoff's Theorie der Lösungen 28.
Varicella 114.
Variola 114.
Variolois 114.
Venaepunktion 8, 70.
Venaesection 8.
Venosität 119, 261.
Verdünnte Lösungen 287.
Verdünnungssekretion 156.
Verweildauer 155.
Vicariation 90, 294.
Vierordt 372.
Virchow 43, 44, 55, 58, 68, 71, 72, 74, 96, 120, 188, 189, 193.
Vitale Indikationen 70, 93.
Vitale Zellthätigkeit 73, 77, 79, 84, 86.
Vitale Prozesse 58.
Vitia cordis 123, 153.
Vitia cordis congenita 153. Cf. Correctur.
v. Voit 140, 146, 353.
Volkmann 104, 132, 365.
Volumänderungen 31, 284.
Volumkontraktion 281.

W 133, 296, 306.
w 133, 144, 214, 267.
Waldvogel 108, 112, 348.
Wärme 135.
Warburg 319.
Wassergehalt des Blutes 157.
Wassermann 105.
Weber 102.
Wechselfieber 102.
Weiske 146.
Weyl 140.
Weisse Blutkörperchen 42, 55, 63.
Wheatstone 325.
Widerstand 312.
Wilhelmy 364.
Windfang 236·
Winter 155.
Winternitz 188, 192.
Wissenschaftliche Begründung des Pektoskopes 225.
v. Wittich 192.
Wolff 187.
Worm-Müller 197, 198, 357.
Wroblewski 372.
Wüllner 285.
Wundt 308.

x 104, 150, 159, 212.
x_1 215.

Y 137.
y 215, 292.
Yonng's Theorie 364

Z 142, 215.
z 95.
ζ 281.
Zeitler 140.
Zellbild 45.
Zellfunktion 50.
Zellgerüst 54.
Zellkapsel 44.
Zellstruktur 32, 87.
Zellterritorien 55.
Zencker 104.
Zikel 21, 29, 31, 40, 41, 45, 46, 65, 66, 73, 76, 83, 89. 120, 186, 195, 196, 198, 269, 271, 273, 277, 283, 300, 313, 315, 329, 337, 340, 342, 348, 355, 372, 375.
Zinkelektroden 39.
Zinksulfat 39.
Zucker 28, 42.
Zuckerkurve 206.
Zuckertabelle nach Naunyn 206, 353.
Zuelzer 299.
Zuntz 103, 191, 196, 279, 282, 357.
Zusammenstellung des Pektoskopes 217.

Correctur:

S. 9 Z. 13 v. u. lies: Durch geeignete Experimente.

„ 16 „ 1 „ „ „ osmologischen Stöchiometrie.

„ 17 „ 2 „ „ „ H. und M. Senator.

„ 19 „ 12 „ „ „ Hofrath.

„ 36 „ 15 „ „ ff. „ Katode.

„ 39 „ 17 „ „ „ Horizontalgalvanometer.

„ 42 „ 8 „ o. „ Eiweiss.

„ 45 „ 3 „ „ „ e sero.

„ 48 „ 3 „ „ „ Glasrahmen.

„ 73 „ 20 „ „ ff. „ Die folgenden zwei Sätze sind ungenau. Die neuesten Untersuchungen geben $\Delta s < \delta$ an. Indessen habe ich die Beobachtung machen können, dass die molekulare Konzentration des Speichels im umgekehrten Verhältnis der Stärke der Reizung auf die Speicheldrüsen herabsinkt, so dass von einer cumulativen Ansammlung fester Moleküle sehr wohl gesprochen werden darf.

„ 73 „ 13 „ u. „ Exkrete.

„ 83 „ 1 „ o. „ $\frac{\Omega_1}{\Omega_2} =$.

„ 102 „ 3 „ „ „ Continua.

„ 104 „ 13 „ „ „ Rocco.

„ 124 „ 19 „ „ „

Autor	δ	$\varkappa$	g
Kovács	$-0{,}60^{\circ}$	0,54 %	1,11

„ 124 „ 1 „ u. „ Kovács analysierte zwei Fälle von **Lungen-Emphysem:**

Fall	Diagnose	δ	$\varkappa$	g
1	Emphysema pulm.	$-0{,}65^{\circ}$	—	—
2	Emphysem. Bronchitis. Degenerat. musc. cord.	$-0{,}75^{\circ}$	0,52 %	1,44

„ 126 „ 11 „ u. „ Kovács fand in 1 Falle: $\delta = -0{,}59$.

„ 139 „ 2 „ u. „ Du Bois-Reymond.

„ 147 „ 13 „ „ „ $\alpha =$.

S. 152 Z. 20 v. o. lies:

Fall	Autor	Komplikation	δ	$\varkappa$	g
19	Kovács	Sten. ost. ven. l.	–0,62°	0,55%	1,13
20	„	„	–0,70°	0,52%	1,35
21	„	„+Exsud. pleur. l. d.	–0,69°	—	—
22	„	Sten. ost. ven. l.	–0,63°	—	—
23	„	Exsud. pleur. l. d. +Nephrit. chron.	–0,64°	—	—

„ 153 „ 18 „ „ „

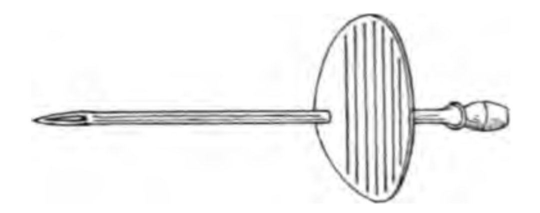
Autor	Symptom	δ	$\varkappa$	g
Kovács	starke Cyanose	–0,69°	0,46%	1,50

„ 156 „ 3 „ „ „ Kostkewicz.
„ 165 „ 3 „ o. „ Strubell.
„ 317 „ 9 „ „ ff. „ Katode.

Tafeln.

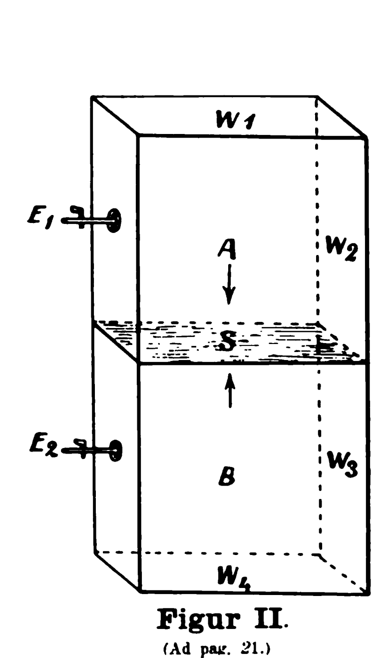
(Figuren und Tabellen.)

TAFEL I.

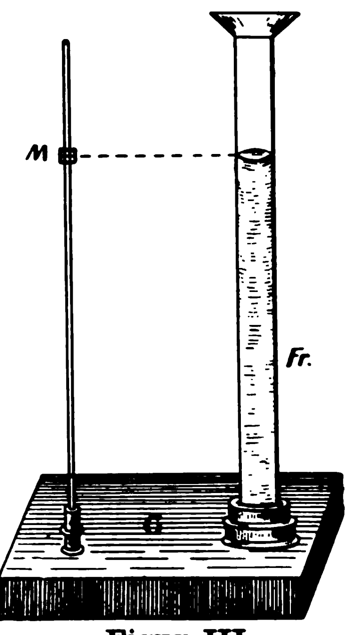


Figur I. (Ad. pag. 13.)
Venaepunktionsnadel nach Strauss.
Bewährt in der königl. Charité zu Berlin.

Der Einstich erfolgt leicht und nahezu schmerzlos; die zur Nadel senkrechte, gerillte Metallplatte bietet einen sicheren Halt. (Bezugsquelle: Enckmann, Berlin, Charitéstr. 4. Preis: 1,50 M.)

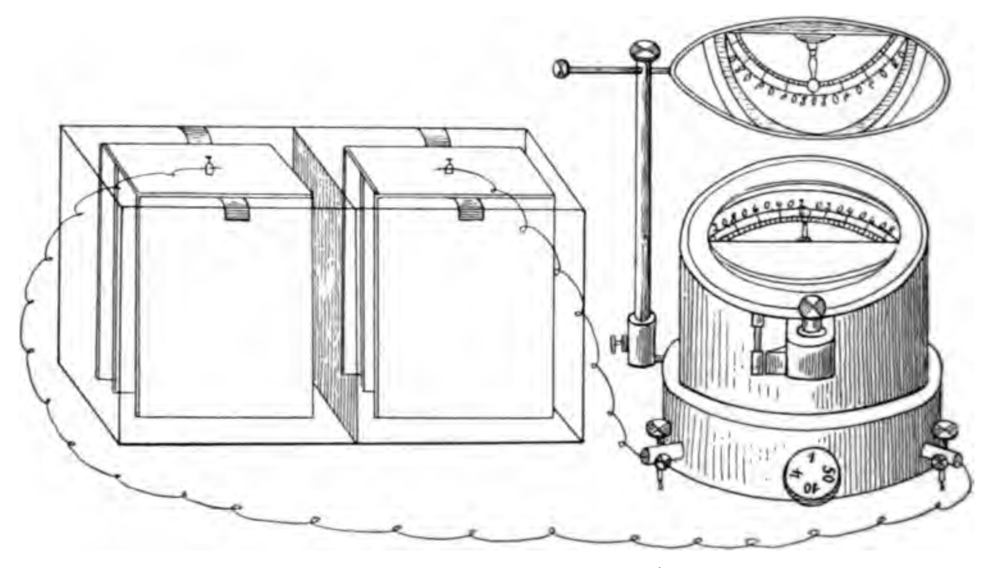


Figur II.
(Ad pag. 21.)
Erster osmotischer Grundversuch.
Demonstriert die Wirkung der osmotischen Spannung, sowie Richtungen und Verlauf der Molekularwanderungen.



Figur III.
(Ad pag. 25.)
Zweiter Grundversuch.
Erläutert die gegenseitige Durchdringung verschiedenartiger, aber die selbständige Raumerfüllung gleichartiger Moleküle.

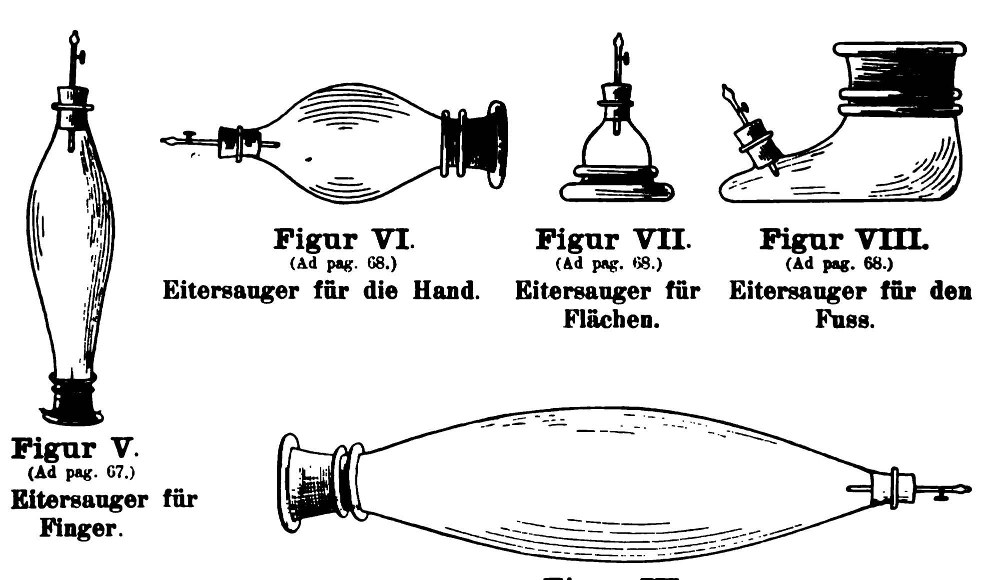
TAFEL II.



Figur IV. (Ad. pag. 39.)

Osmotisches Dissociationselement.

Demonstriert die differenten Wanderungsgeschwindigkeiten elektrolytischer Jonen.



Figur V. (Ad pag. 67.) **Eitersauger für Finger.**

Figur VI. (Ad pag. 68.) **Eitersauger für die Hand.**

Figur VII. (Ad pag. 68.) **Eitersauger für Flächen.**

Figur VIII. (Ad pag. 68.) **Eitersauger für den Fuss.**

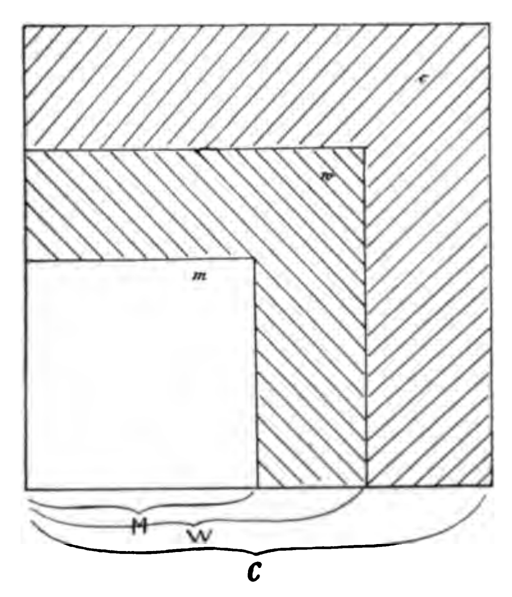
Figur IX. **Eitersauger für den Arm.**

(Alleinige Bezugsquelle für Eitersauger: Louis & H. Loewenstein, Berlin, Ziegelstr. 28.) Preis gering.



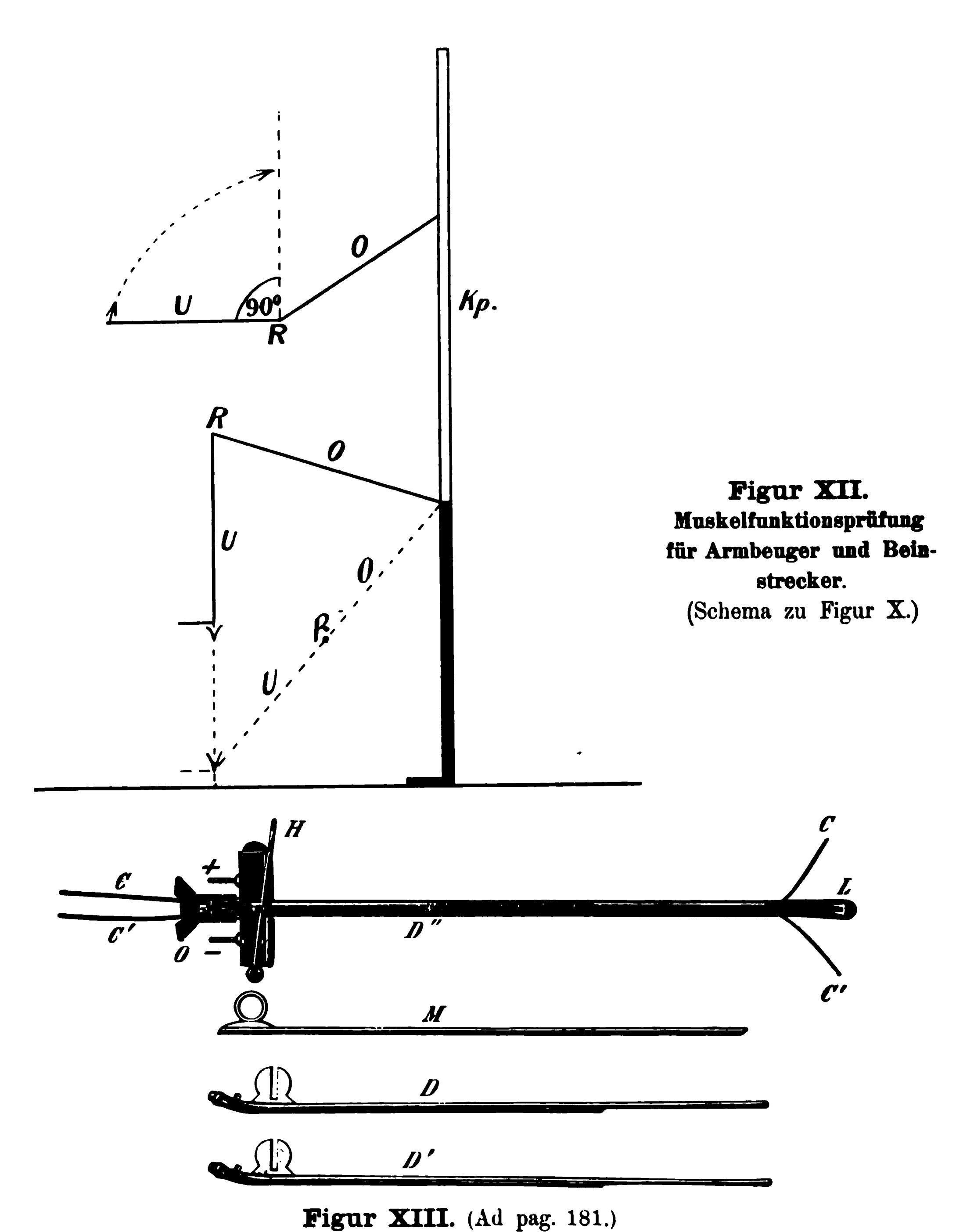
TAFEL III.

Figur X. (Ad pag. 133 ff.)
Bestimmung der Muskelfunktion.



Figur XI. (Ad pag. 133.)
Verhältnis von chemischer, mechanischer un Wärme-Energie im Organismus.

TAFEL IV.



Figur XII.
Muskelfunktionsprüfung für Armbeuger und Beinstrecker.
(Schema zu Figur X.)

Figur XIII. (Ad pag. 181.)
Harnleitercystoskop nach Casper.
Bewährt besonders in der poliklinischen Praxis.
(Bezugsquelle: Hirschmann, Berlin, Ziegelstr. 30. Preis complett: 160 M.)

3,5	0,165	Emser Victoriaquelle
5,1	0,165	Tarasp - Schulser Bonifaciusquelle
2,4	0,165	Krondorf Kronprinz Stephanquelle
5,9	0,16	Franzensbader Franzensquelle
3,5	0,16	Emser Kesselbrunnen
5,5	0,155	Fachinger Wasser
3,8	0,14	Wildunger Königsquelle
2,3	0,135	Obersalzbrunner Kronenquelle
2,9	0,12	Pyrmonter Helenenquelle
1,4	0,12	Giesshübler Wasser
6,2	0,112	Levico starkes Wasser
3,2	0,09	Marienbad Rudolfsquelle
2,0	0,087	Neuenahrer Sprudel
1,0	0,075	Schwalbacher Weinbrunnen
1,5	0,075	Weilbacher Schwefelbrunnen
2,7	0,072	Pyrmonter Hauptquelle
1,49	0,067	Wildunger Georg - Victorquelle
7,2	0,06	Teplitzer Stadtquelle
1,3	0,045	Pystianer Wasser
2,0	0,042	Asmannshäuser Wasser
7,8	0,03	Roncegno Wasser
0,4	0,025	Schwalbacher Stahlbrunnen
0,3	0,02	Schlangenbader Nassau Wasser
0,3	0,01	Bad - Gasteiner Wasser
1,2	0,007	Levico schwaches Wasser
0,5	0,000	Wildbader Thermalwasser

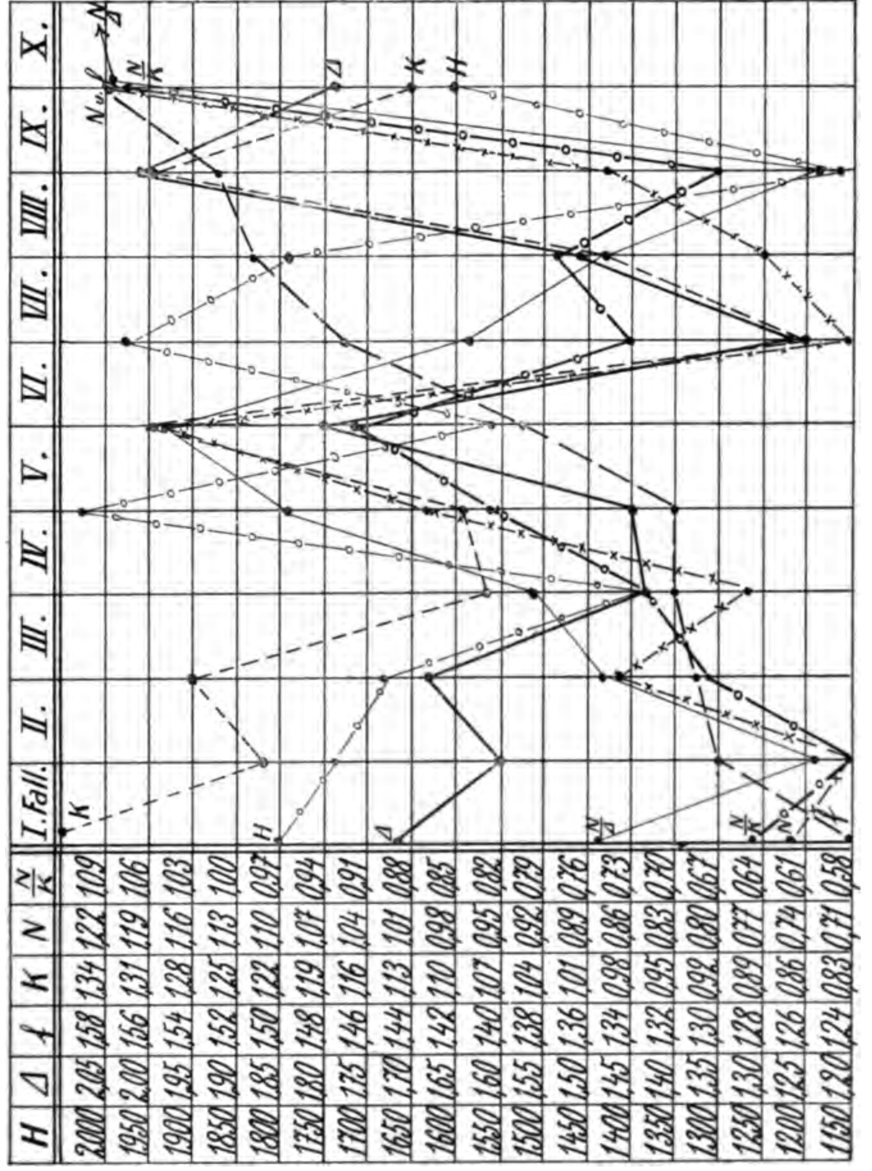
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52

0,000 0,005 0,01 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25 0,30 0,35 0,40 0,45 0,50 0,55 ··· Blut 0,60 0,65 0,70 0,75 0,80 0,85 0,90 0,95 1,00 1,05 1,10 1,15 1,20

Schwefels.-Eisenoxyd
Schwefels. Eisenoxydul
Ca SO₄
Fe SO₄
Al₂(SO₄)₃
Fe₂(SO₄)₃
Fe SO₄

4 ------- Mg SO_4 — 5 Bicarbonat von Mg. und Ca. — 6 Mg-Chlorid.

TAFEL VI.



Zuckerkurve.

(Ad pag. 206.)

Graphische Darstellung des Verlaufes von Diabetes mellitus.

(Aus der I. med. Klinik der kgl. Charité zu Berlin.)

Figur XIV. (Ad pag. 39)

Aperiodisches Horizontalgalvanometer nach Dr. Sperling.

(Bezugsquelle: Hirschmann, Berlin, Ziegelstr. 30. Preis: 150 M.)



TAFEL VII.



Figur XV.

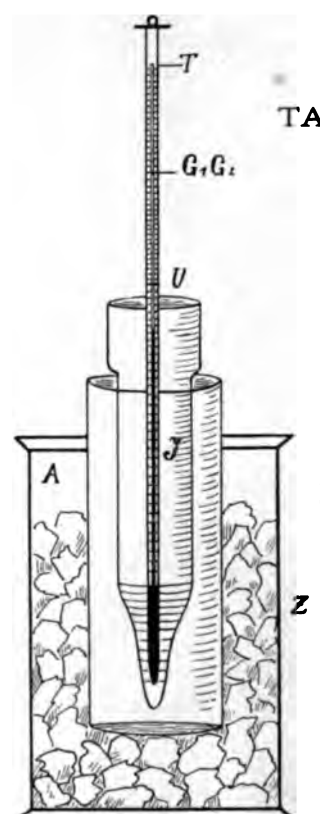
Pektoskop.

Modernes Präzisions-Kryoskop.

(Alleinige Bezugsquelle: Technisches Institut von Gebr. Muencke, Berlin, Karlstr. 18 a. Preis der neuesten Konstruktion nur **45 M.**

Demonstrations-Pektoskop mit präzisem Mechanismus: 100 M.)

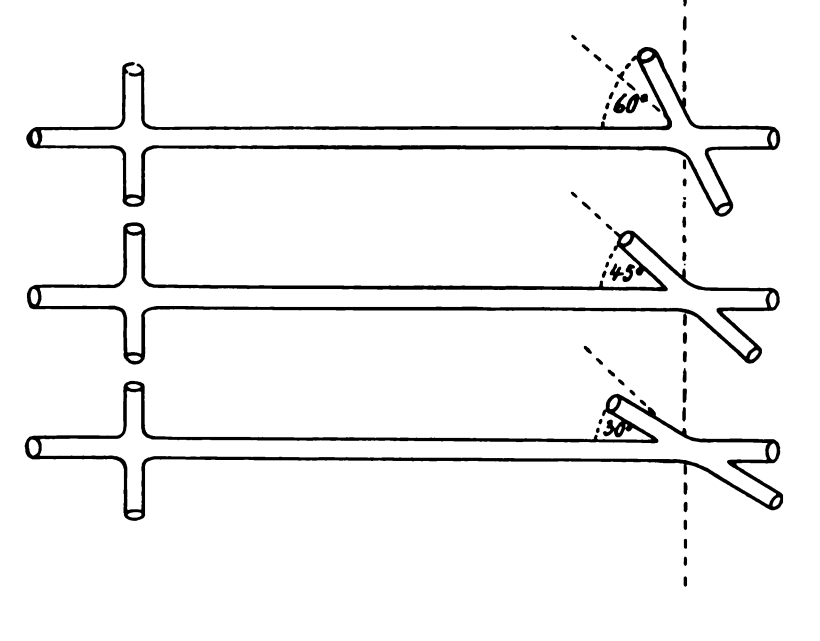
TAFEL VIII.



Figur XVI. (Ad pag. 27 ff.)

Schema des Pektoskopes.

Zur Theorie der Calorieen.



Figur XVII—XI
Ad pag. 238.
Stellung der Windflü
des Pektoskopes b
differenten Untersu
ungsflüssigkeiten.



TAFEL IX.

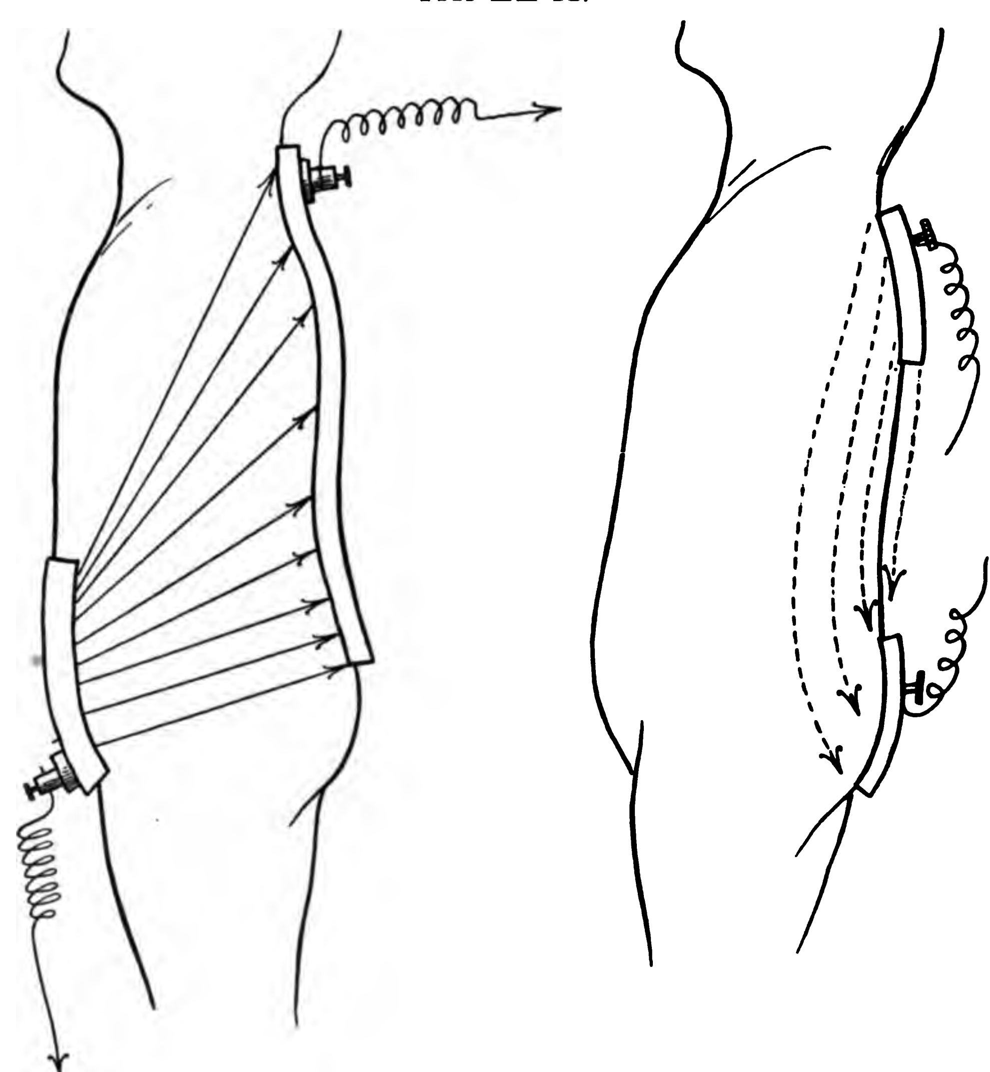
Figur XX. (Ad pag. 310.)

Organ-Elektrode.

Klinisch bewährtes osmologisches Instrument zur Heilung von Rückenmarkskrankheiten u. a.

(Alleinige Bezugsquelle:
Technische Fabrik von Louis & H. Loewenstein, Berlin, Ziegelstr. 28.
Preis gering.)

TAFEL X.

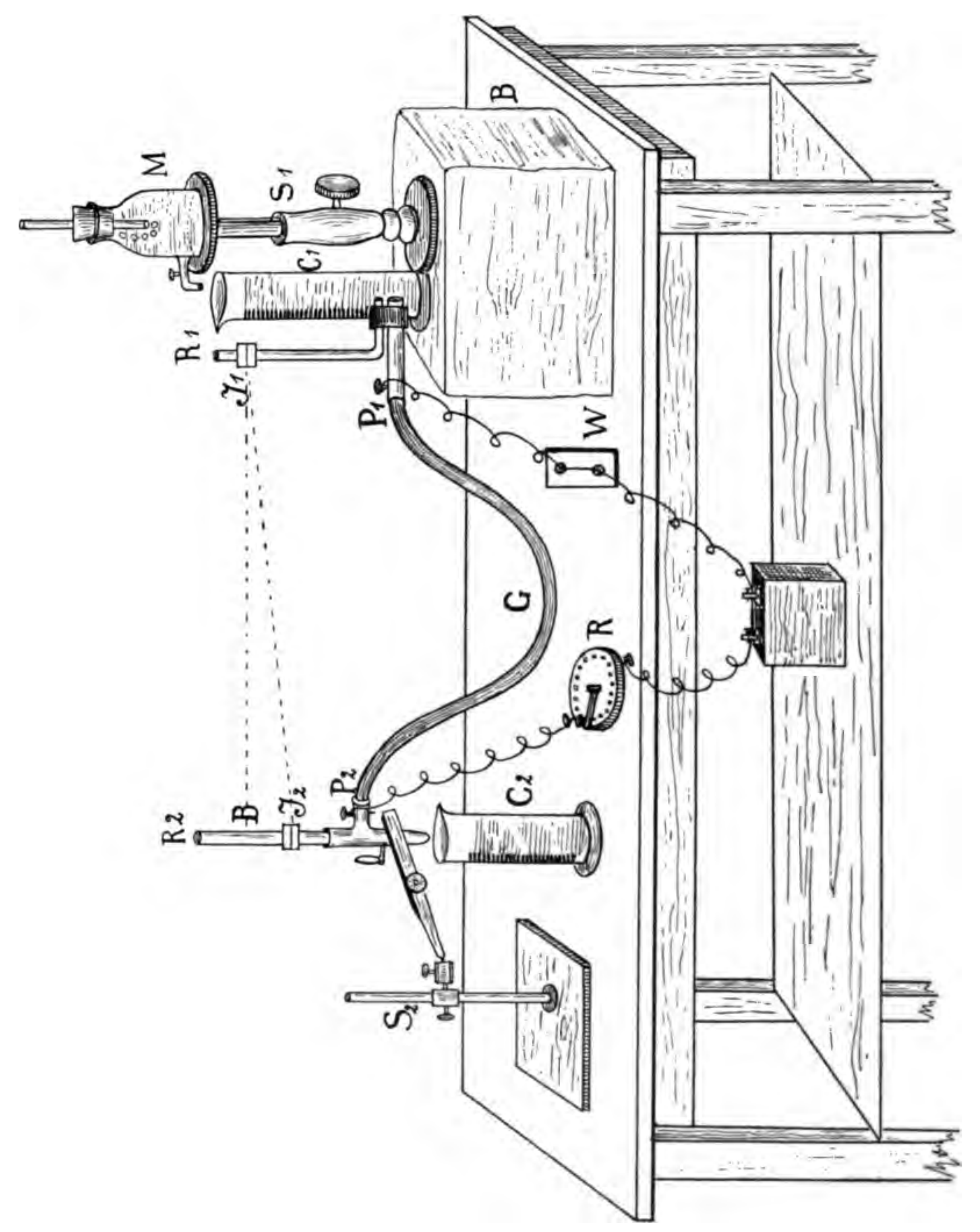


Figur XXI. (Ad pag. 310.)
Schema der Wirkung der Organ-Elektrode.
Das Rückenmark wird transversal voll durchflossen.

Figur XXII. (Ad pag. 310.)
Schema der Wirkung der bisher angewandten „auf- u. absteigenden Rückenströme".
Nur geringe Stromschleifen treffen das Rückenmark.

(Nach Geh.-Rath Prof. Dr. Engelmann und Geh.-Rath Prof. Dr. Warburg.)

TAFEL XI.

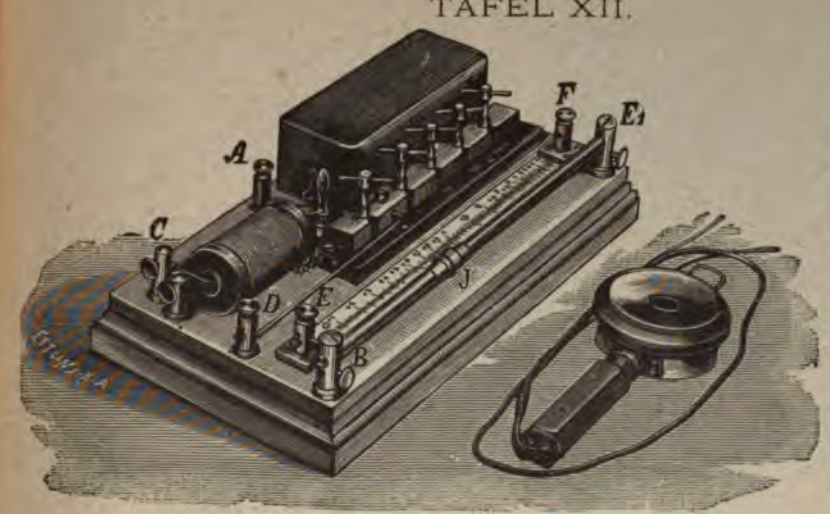


Figur XXIII. (Ad pag. 313.)

Experimenteller Beweis der kataphorischen Kraft des galvanischen Stromes.

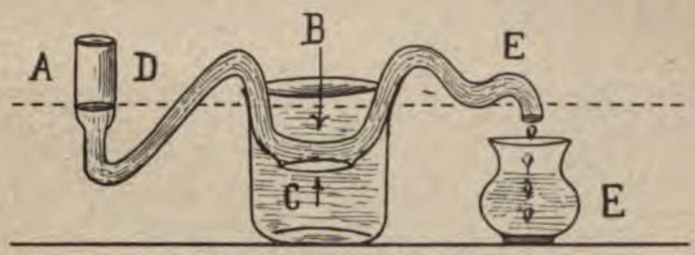


TAFEL XII.

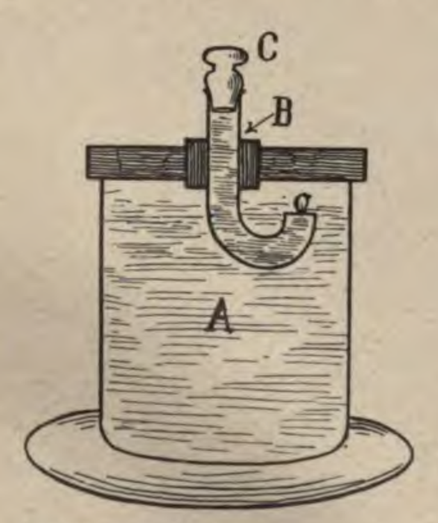


Figur XXIV. Messbrücke nach Prof. Dr. Kohlrausch, zur Messung des Widerstandes von Elektrolyten u. festen Widerständen mittels Induktions- oder konstanten Stromes.

(Bezugsquelle: Reiniger, Gabbert & Schall, elektrotechnische Fabrik, Berlin, München, Wien, Budapest, London, Paris, Rom, Chicago, Sidney. Preis complett 150 M.)



Figur XXV. (Ad pag. 369.)
Schema zu Beilstein's Osmose-Apparat.



Figur XXVI. (Ad pag. 370.)
Schema zu Long's Osmose-Apparat.



